(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월30일
(11) 등록번호 10-1768106
(24) 등록일자 2017년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) *A61B 5/04* (2006.01)
G06F 3/023 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/015 (2013.01)
A61B 5/04004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0033194
(22) 출원일자 2016년03월21일
심사청구일자 2016년03월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR101293863 B1*
KR101416616 B1*
KR101402878 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
이민호
경기도 성남시 수정구 수정로 289, 107동 405호 (신흥동, 신흥주공아파트)
김정우
경기도 부천시 원미구 정주로 38, 502호 (도당동, 태광그린빌)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

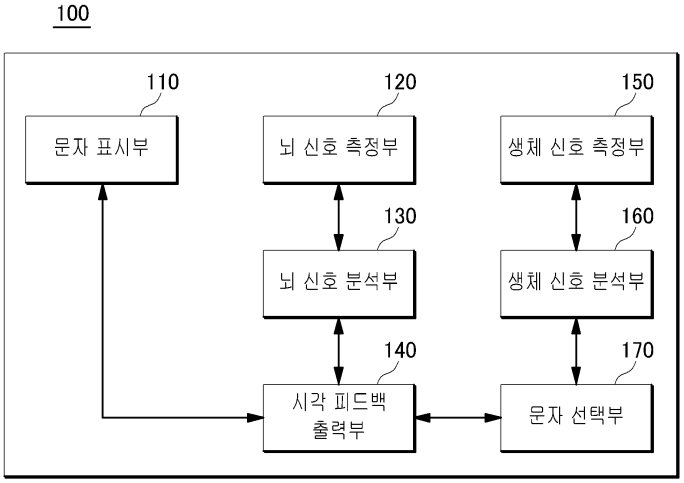
전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 문영재

(54) 발명의 명칭 **뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치 및 방법**

(57) 요 약

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 시, 복수의 문자 및 복수의 문자 별로 뇌 신호를 유발하는 시각 자극이 출력되는 문자 배열을 응시 중인 사용자의 뇌 신호 및 기설정된 종류의 생체 신호를 병렬적으로 측정하고, 측정된 뇌 신호를 분석하여 복수의 문자 별로 타겟 문자일 확률을 검출하고, 검출된 확률에 기초하여 복수의 문자 중 적어도 하나를 후보 문자로서 선택하고, 선택된 후보 문자를 식별할 수 있는 시각 피드백 정보를 문자 배열 상에 출력하고, 측정된 생체 신호를 분석하여 생체 신호의 크기가 기설정된 임계값을 초과하는 시점에 인터럽트 신호를 발생시키고, 인터럽트 신호가 발생된 시점에 출력 중인 시각 피드백 정보에 기초하여 후보 문자 중 어느 하나를 타겟 문자로 선택한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06F 3/0233 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711024759
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 도약연구지원사업
연구과제명 뇌 신호 자동 분석을 통한 차량 운전 및 위험 상황 인지 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교
연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치에 있어서,

복수의 문자를 포함하는 문자 배열을 출력하되, 상기 문자 배열의 각 문자에 대응하여 뇌 신호를 유발하는 시각 자극을 출력하는 문자 표시부;

상기 문자 배열의 시각 자극을 응시하는 피측정자의 뇌 신호를 측정하는 뇌 신호 측정부;

상기 측정된 뇌 신호를 분석하여 상기 복수의 문자 별로 타겟 문자일 확률을 검출하고, 상기 검출된 확률에 기초하여 상기 복수의 문자 중 적어도 하나의 문자를 후보 문자로서 선택하는 뇌 신호 분석부;

상기 복수의 문자 중 상기 선택된 후보 문자를 식별할 수 있도록 하는 시각 피드백 정보를 상기 문자 표시부를 통해 출력하는 시각 피드백 출력부;

상기 피측정자의 기설정된 종류의 생체 신호를 측정하는 생체 신호 측정부;

상기 측정된 생체 신호의 크기를 검출하고, 상기 생체 신호의 크기가 기설정된 임계값보다 커지는 시점에 인터럽트 신호를 발생시키는 생체 신호 분석부; 및

상기 인터럽트 신호가 발생된 시점에 출력중인 상기 시각 피드백 정보에 기초하여 상기 후보 문자 중 어느 하나를 타겟 문자로 선택하는 문자 선택부를 포함하며,

상기 시각 피드백 출력부는,

상기 시각 피드백 정보를 복수의 단계를 구분하는 체계를 갖는 숫자, 색상 및 도형 중 적어도 하나의 형태로 출력하는, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 생체 신호 측정부는,

사용자의 기설정된 근육 부위에서 발생되는 근전도 신호를 상기 생체 신호로서 측정하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 뇌 신호 측정부는,

상기 검출된 확률이 가장 높은 최상위 순위부터 소정의 순위까지의 문자를 상기 후보 문자로서 선택하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 문자 선택부는,

상기 인터럽트 신호가 발생된 시점에 상기 후보 문자 중 최상위 확률을 갖는 후보 문자를 타겟 문자로 선택하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 시각 피드백 출력부는,

상기 시각 피드백 정보에 의해 상기 후보 문자에 대해 설정된 순위가 복수의 단계로 구분되는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 시각 피드백 출력부는,

시간이 경과함에 따라 상기 뇌 신호 분석부가 새로 선택한 후보 문자에 대한 시각 피드백 정보를 실시간으로 갱신하여 출력하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 뇌 신호 측정부는,

인지유발전위(cognitive evoked potential) 및 안정상태시각유발전위(Steady State Visual Evoked Potential) 중 적어도 하나의 뇌 신호를 측정하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치.

청구항 8

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치를 통한 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법에 있어서,

복수의 문자 및 상기 복수의 문자 별로 뇌 신호를 유발하는 시각 자극이 출력되는 문자 배열을 응시 중인 사용자의 뇌 신호 및 기설정된 종류의 생체 신호를 병렬적으로 측정하는 단계;

상기 측정된 뇌 신호를 분석하여 상기 복수의 문자 별로 타겟 문자일 확률을 검출하고, 상기 검출된 확률에 기초하여 상기 복수의 문자 중 적어도 하나를 후보 문자로서 선택하는 단계;

상기 복수의 문자 중에서 상기 선택된 후보 문자를 식별할 수 있도록 하는 시각 피드백 정보를 상기 문자 배열 상에 출력하는 단계;

상기 측정된 생체 신호를 분석하여 상기 생체 신호의 크기가 기설정된 임계값을 초과하는 시점에 인터럽트 신호를 발생시키는 단계; 및

상기 인터럽트 신호가 발생된 시점에 출력 중인 상기 시각 피드백 정보에 기초하여 상기 후보 문자 중 어느 하나를 타겟 문자로 선택하는 단계를 포함하며,

상기 시각 피드백 정보를 상기 문자 배열 상에 출력하는 단계는,

상기 시각 피드백 정보를 복수의 단계를 구분하는 체계를 갖는 숫자, 색상 및 도형 중 적어도 하나의 형태로 출력하는, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 생체 신호는,

상기 사용자의 기설정된 근육 부위에서 발생되는 근전도 신호인 것인 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 문자 중 적어도 하나를 후보 문자로서 선택하는 단계는,

상기 검출된 확률이 가장 높은 최상위 순위부터 소정의 순위까지의 문자를 상기 후보 문자로서 선택하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 후보 문자 중 어느 하나를 타겟 문자로 선택하는 단계는,

상기 인터럽트 신호가 발생된 시점에 상기 후보 문자 중 최상위 확률을 갖는 후보 문자를 타겟 문자로 선택하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 시각 피드백 정보를 상기 문자 배열 상에 출력하는 단계는,

상기 시각 피드백 정보에 의해 상기 후보 문자에 대해 설정된 순위가 복수의 단계로 구분되는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 시각 피드백 정보를 상기 문자 배열 상에 출력하는 단계는,

상기 인터럽트 신호가 발생되기 이전까지, 시간이 경과함에 따라 새로 측정된 뇌 신호를 적용하여 새로 선택된 후보 문자에 대한 시각 피드백 정보를 실시간으로 갱신하여 출력하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 뇌 신호는,

인지유발전위(cognitive evoked potential) 및 안정상태시각유발전위(Steady State Visual Evoked Potential) 중 적어도 하나인 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)에 기반한 문자 입력 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] BCI 기술은 사용자의 뇌 신호 분석을 통해 다양한 기기를 제어할 수 있는 인터페이스 기술이다. 이러한 BCI 기술은 사용자의 직접적인 움직임 없이도 특정 패러다임에 의해 유발되는 뇌 신호만을 이용하여 컴퓨터(또는 기기)를 제어할 수 있도록 한다. 이에 따라, BCI는 움직임이 자유롭지 못한 장애인들의 생활 보조 도구 등으로서 활용도가 매우 높다.

[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 스펠러에 이용되는 뇌 신호는 대표적으로 인지유발전위(cognitive evoked potential, P300)과 안정상태시각유발전위(Steady State Visual Evoked Potential, SSVEP)가 사용되고 있다.

[0005] 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 속해 있는 행 및 열에서 점멸이 발생할 때 이에 대응하는 사용자의 뇌 신호(즉, P300 component)가 생성된다. 이러한 방식으로 획득된 뇌 신호에 패턴 인식 혹은 기계 학습 기법을 적용하여, 사용자가 입력하길 원하는 문자를 예측할 수 있다.

[0006] 이와 관련하여, 대한민국 특허등록 제 10-1581895 호(발명의 명칭: P300 뇌-유발전위를 이용한 단어 입력 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템 및 P300 뇌-유발전위를 이용한 단어 입력 방법)는, 문자를 점멸하는 초성 문자 입력기와, 초성 문자 입력기의 자극에 의해 발생된 뇌-유발전위를 검출하는 뇌-유발전위 검출기, 뇌-유발전위에 의해 획득된 초성 문자로 시작하는 단어를 추천하는 스마트 사전, 및 스마트 사전에서 추천한 단어를 점멸에 의해 확정하여 입력하는 통 단어 입력기를 포함하되, 초성 문자 입력기가 알파벳, 스페이스, 삭제, 리셋 및 나가기가 표시된 30개의 문자가 6×5 행렬로 이루어진 FD 패러다임 기반의 초성 문자 입력기인 특징을 갖는 단어 입력 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템을 개시하고 있다.

[0007] 이러한 종래의 P300 스펠러의 경우, 모든 행과 열이 적어도 한 번씩은 점멸하되, 1회 점멸을 통해 획득된 신호만으로는 사용자가 집중한 문자를 알아내는데 어려움이 있었다. 따라서, 기존에는 행과 열 별로 기본적으로 3~5회 이상 점멸하고, 이에 대한 평균 결과를 통해 입력 문자를 결정하였다. 이에 따라, 문자 입력 시 사용자가 한 글자를 오랫동안 응시하여야 하여 피로도가 증가하고 타이핑의 속도가 느려진다는 단점이 있었다. 또한, 사용자가 입력하고자한 문자가 맞는지 직접적으로 확인할 수 없어 높은 정확도를 기대할 수 없다는 한계가 있었다.

[0008] 이러한, P300 스펠러의 문제점을 해결하기 위해 SSVEP 스펠러가 제안되었다.

[0009] SSVEP는 사용자가 특정 주파수로 점멸하는 자극을 응시할 때, 이러한 자극에 반응하여 뇌 신호의 동일 주파수 대역에서 발생하는 전위 변동을 의미한다. 예를 들어, SSVEP 기반의 스펠러는, 배치된 모든 문자들이 각기 다른 주파수로 점멸하도록 구성된다. 이때, 사용자가 입력하고자 하는 문자를 응시하면 해당 문자의 점멸 주파수와 동일한 SSVEP 성분이 사용자의 뇌에서 유발되며, 이를 인식하여 사용자가 응시하고 있는 문자를 입력할 수 있다.

[0010] 이와 관련하여, 대한민국 등록특허 제10-1293863호(발명의 명칭: 안정상태 시각유발전위를 이용한 QWERTY 타입의 문자 입력 인터페이스 장치 및 문자 입력 방법)는, 복수개의 문자가 QWERTY 타입으로 표시되고 문자 각각의 후면에 LED(Light Emitting Diode)가 부착되는 문자 표시부, 표시되는 문자로 인한 시각 자극에 의해 안정상태 시각유발전위가 유발되는 동안 사용자의 뇌파 신호를 측정하는 뇌파 신호 측정부, 측정된 뇌파 신호를 분석하는

뇌파 신호 분석부, 및 분석된 뇌파 신호에 해당하는 문자를 출력하는 문자 출력부를 포함하며, 문자 표시부는 문자가 서로 다른 주파수로 깜빡이도록 LED 각각에 안정상태 시각유발전위를 발생시키는 주파수가 배치됨으로써 문자가 표시되는, 문자 입력 인터페이스 장치를 개시하고 있다.

[0011] 이러한, SSVEP 스펠러는 특정 주파수로 빠르게 점멸하고 있는 자극을 응시하는 것만으로 문자를 입력할 수 있어, P300 스펠러에 비해 문자 입력 속도가 빠르다는 장점이 있다. 그러나, 기존의 SSVEP 스펠러는 사용자가 응시하는 자극 주변에서 다른 주파수로 점멸하는 자극들에 의한 영향이 있을 수 있어 만족할만한 정확도 성능을 확보할 수 없었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 일 실시예는 뇌-컴퓨터 인터페이스에 기반한 문자 입력 처리 시 뇌 신호 분석 및 생체 신호 분석을 함께 적용하여 문자 입력 속도 및 정확도 성능을 높일 수 있는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0013] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치는, 복수의 문자를 포함하는 문자 배열을 출력하되, 상기 문자 배열의 각 문자에 대응하여 뇌 신호를 유발하는 시각 자극을 출력하는 문자 표시부; 상기 문자 배열의 시각 자극을 응시하는 피측정자의 뇌 신호를 측정하는 뇌 신호 측정부; 상기 측정된 뇌 신호를 분석하여 상기 복수의 문자 별로 타겟 문자일 확률을 검출하고, 상기 검출된 확률에 기초하여 상기 복수의 문자 중 적어도 하나의 문자를 후보 문자로서 선택하는 뇌 신호 분석부; 상기 선택된 후보 문자를 식별할 수 있는 시각 피드백 정보를 상기 문자 표시부를 통해 출력하는 시각 피드백 출력부; 상기 피측정자의 기설정된 종류의 생체 신호를 측정하는 생체 신호 측정부; 상기 측정된 생체 신호의 크기를 검출하고, 상기 생체 신호의 크기가 기설정된 임계값보다 커지는 시점에 인터럽트 신호를 발생시키는 생체 신호 분석부; 및 상기 인터럽트 신호가 발생된 시점에 출력중인 상기 시각 피드백 정보에 기초하여 상기 후보 문자 중 어느 하나를 타겟 문자로 선택하는 문자 선택부를 포함한다.

[0015] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치를 통한 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법은, 복수의 문자 및 상기 복수의 문자 별로 뇌 신호를 유발하는 시각 자극이 출력되는 문자 배열을 응시 중인 사용자의 뇌 신호 및 기설정된 종류의 생체 신호를 병렬적으로 측정하는 단계; 상기 측정된 뇌 신호를 분석하여 상기 복수의 문자 별로 타겟 문자일 확률을 검출하고, 상기 검출된 확률에 기초하여 상기 복수의 문자 중 적어도 하나를 후보 문자로서 선택하는 단계; 상기 선택된 후보 문자를 식별할 수 있는 시각 피드백 정보를 상기 문자 배열 상에 출력하는 단계; 상기 측정된 생체 신호를 분석하여 상기 생체 신호의 크기가 기설정된 임계값을 초과하는 시점에 인터럽트 신호를 발생시키는 단계; 및 상기 인터럽트 신호가 발생된 시점에 출력 중인 상기 시각 피드백 정보에 기초하여 상기 후보 문자 중 어느 하나를 타겟 문자로 선택하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0016] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반의 문자 입력 장치를 사용하는 피측정자가 자신의 뇌 신호에 의해 분석된 적어도 하나의 문자를 시각 정보를 통해 직접 확인한 후 선택할 수 있도록 한다. 이처럼, 사용자가 자신의 뇌 신호 인식 결과를 실시간으로 확인하여 원하는 문자를 직접 선택할 수 있어 신뢰도 및 문자 입력 정확도가 크게 향상된다.

[0017] 또한, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 사용자가 입력하고자 하는 타겟 문자를 인식하는 순간 즉각적인 선택이 이루어지기 때문에, 기존의 BCI 기반 스펠러들에 비해 문자 입력 속도가 크게 빨라진다.

[0018] 또한, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 의사 소통이 어려운 중증 환자 및 장애인들을 위한 생활 보조 장치(즉, 의사 소통 보조 장치)로 활용이 가능하다. 즉, 실시간으로 문자 입력 처리가 가능하여 대화자 간에 자연스러운 의사 소통이 가능하도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 적용된 문자 표시부의 일례를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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. 본 발명을 명확하게 설명하기 위해 도면에서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다. 또한, 도면을 참고하여 설명하면서, 같은 명칭으로 나타낸 구성일지라도 도면에 따라 도면 번호가 달라질 수 있고, 도면 번호는 설명의 편의를 위해 기재된 것에 불과하고 해당 도면 번호에 의해 각 구성의 개념, 특징, 기능 또는 효과가 제한 해석되는 것은 아니다.

[0021] 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 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 본 명세서에 있어서 '부(部)'란, 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함하며, 하나의 유닛이 둘 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 둘 이상의 유닛이 하나의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치의 구성을 나타낸 블록도이다. 그리고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 적용된 문자 표시부의 일례를 나타낸 도면이다.

[0024] 이하에서는 설명의 편의상 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치(100)를 '문자 입력 장치(100)'로 간략히 지칭하도록 한다.

[0025] 도 1에 도시한 바와 같이, 문자 입력 장치(100)는 문자 표시부(110), 뇌 신호 측정부(120), 뇌 신호 분석부(130), 시각 피드백 출력부(140), 생체 신호 측정부(150), 생체 신호 분석부(160) 및 문자 선택부(170)를 포함한다.

[0026] 문자 표시부(110)는 복수의 문자들이 소정의 간격으로 배치된 문자 배열을 출력하되, 복수의 문자 별로 대응하는 시각 자극을 출력한다. 이때, 문자 표시부(110)는 복수의 문자가 출력되는 문자 배열판(예를 들어, 모니터 화면 및 LED 배열 등) 자체일 뿐만 아니라, 기설정된 조건에 따라 복수의 문자들이 점멸하도록 동작을 제어하는 점멸 제어부를 더 포함할 수 있다. 그리고 문자 표시부(110)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(130)로 제공할 수 있다.

[0027] 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 글자 뿐만 아니라 글자를 구성할 수 있는 자음 및 모음의 형태일 수도 있다.

[0028] 예를 들어, 문자 표시부(110)는 도 2에 도시된 바와 같은 로우-컬럼(Row-Column) 문자 배열 방식을 사용하여 P300에 기반한 시각 자극을 제공할 수 있다. 이때, 문자 표시부(110)는 P300 기반 시각 자극을 제공하기 위해 문자 배열판(P10)의 행과 열을 번갈아가며 점멸시킨다. 이처럼, 점멸 동작하는 문자 배열판(P10)을 응시하는 사용자가, 임의의 타겟 문자(도 2에서는 "R"인 것을 도시함)에 집중하는 동안 사용자의 뇌에서 발생된 뇌 신호가 측정된다. 참고로, 사용자는 원하는 문자를 입력하고자 하는 대상으로서, 뇌파 신호가 측정되는 피측정자이다.

[0029] 이하에서는, 문자 표시부(110)가 도 2에 도시된 P300기반 시각 자극을 제공하는 것을 예로서 설명하도록 한다.

그러나 문자 표시부(110)의 시각 자극 처리 방식은 이에 한정되는 것은 아니며, SSVEP에 기반한 방식 등 BCI에 적용될 수 있는 모든 뇌파 신호 유도 방식 중 적어도 하나를 사용하여 문자 배열을 출력할 수 있다.

[0030] 뇌 신호 측정부(120)는 문자 표시부(110)를 통해 출력된 문자 배열의 시각 자극을 응시하는 동안 사용자 뇌로부터 발생되는 뇌파 신호를 실시간으로 측정한다. 예를 들어, 뇌 신호 측정부(120)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.

[0031] 뇌 신호 분석부(130)는 뇌 신호 측정부(120)를 통해 측정된 뇌 신호를 분석하여, 문자 표시부(110)의 모든 문자들에 대해 사용자가 입력하길 원하는 타겟 문자일 확률을 검출한다. 즉, 뇌 신호 분석부(130)는 수신된 뇌 신호 특성을 분석하여, 문자 표시부(110)에 의해 출력된 각 문자에 대해 사용자가 해당 문자를 주시하고 있을 확률 값을 검출한다.

[0032] 그리고 뇌 신호 분석부(130)는 검출된 문자 별 확률 값에 기초하여 적어도 하나의 후보 문자를 선택하고, 그 선택 결과를 시각 피드백 출력부(140)로 전송한다. 예를 들어, 뇌 신호 분석부(130)는 모든 문자에 대한 분류 결과(즉, 확률 값)를 정렬한 후 가장 높은 확률 값으로부터 기설정된 백분율(%) 범위 내에 속하는 문자를 후보 문자로 선택할 수 있다. 이때, 뇌 신호 분석부(130)는 시각 피드백 출력부(140)로 상기 선택된 후보 문자와 각 후보 문자의 확률 값에 따른 순위 정보(또는 가중치 정보)를 함께 제공할 수 있다.

[0033] 한편, 뇌 신호 분석부(130)는 사용자가 문자 배열판(P10)을 응시한 최초 시점부터 기준 구간(예를 들어, 몇 초) 단위로 측정된 뇌 신호를 누적하여 분석할 수 있다. 이때, 뇌 신호 분석부(130)는 임의의 시간동안 획득된 뇌 신호를 누적 분석하여 모든 문자에 대한 확률 값을 실시간으로 갱신할 수 있다. 뇌 신호 분석부(130)가 기준 구간 단위로 누적 분석한 결과에 따르면, 동일한 후보 문자 별로 순위가 변경되거나, 후보 문자 중 적어도 하나가 변경되어 갱신될 수 있다.

[0034] 예를 들어, 도 2에서는 문자 배열판(P10)에 26개의 알파벳, 9개의 숫자 및 한 개의 기호를 포함하는 총 36개의 문자가 배열되며, 사용자가 36개의 문자 중 "R"을 주시하고 있는 것을 나타내었다. 이때, 뇌 신호 분석부(130)는 사용자가 문자 배열판(P10)을 응시한 최초 시점부터 첫 번째 기준 구간까지의 뇌 신호를 분석한 결과로서 "N, O, P, Q, R"을 선택할 수 있다. 그리고 뇌 신호 분석부(130)는 상기 최초 시점부터 두 번째 기준구간까지의 뇌 신호를 누적 분석한 결과에서는, "L, P, Q, R, X"를 선택할 수 있다. 즉, 사용자가 문자 배열판(P10)을 응시한 시간이 증가할수록 뇌 신호가 많이 수집되어 후보 문자 선택에 대한 신뢰도가 높아지게 된다.

[0035] 또한, 뇌 신호 분석부(130)는 처리 속도 및 정확도를 높이기 위한 전처리로서, 측정된 뇌 신호에 대해 시간-주파수에서 패턴을 추출할 수 있는 대역 필터링을 처리할 수 있다.

[0036] 시각 피드백 출력부(140)는 뇌 신호 분석부(130)의 분석 결과에 기초하여, 선택된 적어도 하나의 후보 문자에 대응하는 시각 피드백 정보를 문자 표시부(110)를 통해 출력한다. 즉, 시각 피드백 출력부(140)는 사용자가 후보 문자를 확인할 수 있도록 하는 시각 정보를 출력한다.

[0037] 시각 피드백 출력부(140)는 각 후보 문자의 순위 정보가 포함된 시각 정보를 제공할 수 있다. 이때, 시각 피드백 정보는 임의의 단계(즉, 순위)를 차등적으로 구분할 수 있는 체계를 갖도록 설정되되, 순위 정보를 나타내는 복수의 숫자이거나, 복수의 색상 및 복수의 형상의 도형 등의 형태로 설정될 수 있다. 예를 들어, 시각 피드백 정보로서, 상이한 숫자, 색상 및 도형 등이 후보 문자의 주변 일 위치에 출력되거나, 후보 문자 별로 서로 상이한 색상으로서 출력되거나, 상이한 종류의 도형이 후보 문자를 둘러싸는 형태로 출력될 수 있다.

[0038] 예를 들어, 도 2에서는 문자 배열판(P10) 상에서 후보 문자의 상부 일 위치에 시각 피드백 정보가 출력된 것을 나타내었다. 이때, 선택된 후보 문자는 "J, N, P, R"이며, 각 후보 문자 별로 상부 일 위치에 시각 피드백 정보로서 순위를 나타내는 숫자 정보 "3, 4, 2, 1"이 출력된 것을 나타내었다. 이처럼, 문자 배열판(P10) 상의 모든 문자 중 타겟 문자인 "R"에 대응하여 시각 피드백 정보로서 최상위 순위인 "1"이 출력될 수 있다. 이때, 사용자는 해당 문자(즉, "R")가 후보 문자이자 최상위 확률을 갖는 문자라는 것을 실시간으로 확인할 수 있다. 즉, 사용자는 실시간으로 출력된 시각 피드백 정보를 확인하여 타겟 문자를 직접 선택할 수 있다.

[0039] 생체 신호 측정부(150)는 사용자가 문자 표시부(110)를 통해 출력된 문자 배열을 응시하는 동안 사용자의 생체 신호를 실시간으로 측정한다. 이때, 생체 신호 측정부(150)는 사용자의 임의의 부위의 근육에 부착된 전극을 통해 근전도 신호를 측정할 수 있다.

[0040] 참고로 사용자의 생체 신호란, 뇌 신호가 아닌 다른 종류의 생체 신호로 설정될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는, 인간의 생체 신호 중 측정치에 의한 동작 구분이 비교적 명확한 근전도(Electromyogram, EMG) 신호를 생체 신호로서 설정하였다. 이러한 사용자의 생체 신호로는 근전도 신호 이외에도 다양한 종류의 생체 신호가 사용될 수 있다.

[0041] 생체 신호 분석부(160)는 생체 신호 측정부(150)를 통해 측정된 생체 신호를 분석하여 기설정된 특성을 갖는 근전위 신호의 발생을 검출한다. 이때, 생체 신호 분석부(160)는 정확도를 높이기 위해 소정의 시간동안 누적된 근전도 신호의 세기들에 대해 근전도 신호의 특징(예: 평균 진폭)을 검출할 수도 있다.

[0042] 구체적으로, 생체 신호 분석부(160)는 측정된 근전도 신호의 세기(예: 진폭)를 검출하고, 검출된 근전도 신호의 세기가 기설정된 임계값을 넘어서는 시점에 인터럽트 신호를 발생시킨다. 이때, 임계값은 고정되지 않으며, 사전에 사용자의 선택으로서 설정된 기준 동작의 특성에 따라 다양하게 설정될 수 있다.

[0043] 예를 들어, 생체 신호 측정부(150)는 사용자의 눈 주변 부위에서 부착된 전극을 통해 근전도 신호를 측정할 수 있다. 이때, 사용자가 눈 주변 근육을 사용하여 기설정된 기준 동작(예: 윙크 등)을 할 경우, 생체 신호 분석부(160)는 측정된 근전도 신호의 세기가 임계값을 넘어서는 시점에 인터럽트 신호를 발생시킨다.

[0044] 이상에서 설명한 시각 피드백 출력부(140)와 생체 신호 분석부(160) 각각의 동작은 병렬적으로 발생된다. 이에 따라, 사용자는 자신이 주시한 문자에 대해 뇌 신호가 분석된 결과를 시각 피드백 정보를 통해 실시간으로 확인함과 동시에, 타겟 문자가 최상위 확률의 후보 문자로서 출력되는 시점에 임의의 생체 활동을 통해 해당 문자를 직접 선택할 수 있다.

[0045] 문자 선택부(170)는 시각 피드백 출력부(140)에 의해 출력된 시각 피드백 정보 및 생체 신호 분석부(160)에 의해 발생된 인터럽트 신호에 기초하여, 사용자가 입력을 원하는 타겟 문자를 선택한다.

[0046] 그리고 문자 선택부(170)는 선택된 타겟 문자를 기설정된 절차를 통해 문자 입력 처리할 수 있다. 예를 들어, 문자 입력 장치(100)가 의사 소통이 어려운 사용자가 이용하는 대화 도구(미도시)와 연동될 경우, 문자 선택부(170)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.

[0047] 한편, 이상 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 문자 입력 장치(100)는, 문자 표시부(110)와 연동된 메모리 및 프로세서로 구현될 수 있다. 즉, 도 1에 도시된 뇌 신호 측정부(120), 뇌 신호 분석부(130), 시각 피드백 출력부(140), 생체 신호 측정부(150), 생체 신호 분석부(160) 및 문자 선택부(170)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(100)를 구성하는 메모리에는, 문자 표시부(110)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.

[0048] 이하, 도 3을 참조하여 문자 입력 장치(100)를 통한 문자 입력 방법을 상세히 설명하도록 한다.

[0049] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0050] 이하 설명할 문자 입력 방법은, 문자 표시부(110)를 통해 복수의 문자들이 임의의 시각 자극 방식에 따라 출력되는 동안, 사용자가 문자 표시부(110)를 응시하고 있는 상태인 경우를 가정하여 설명하도록 한다.

[0051] 먼저, 사용자가 문자 표시부(110)를 응시하고 있는 동안 사용자의 뇌 신호 및 근전도 신호가 병렬적으로 각각 측정된다(S301, S311).

[0052] 이때, 상기 측정된 뇌 신호에 대한 처리 과정은 다음과 같다.

[0053] 측정된 뇌 신호를 분석하여 문자 표시부(110)를 통해 출력된 모든 문자들에 대한 분류 결과를 획득한다(S302).

[0054] 이때, 모든 문자들에 대한 분류 결과로서 각 문자 별로 타겟 문자일 확률 값이 검출된다.

[0055] 그리고, 획득된 분류 결과에 기초하여 각 문자들에 대해 랭크를 할당한다(S303).

[0056] 이때, 각 문자 별로 확률 값의 순위를 설정하고, 기설정된 순위까지의 문자들을 후보 문자로 선택한다.

[0057] 다음으로, 랭크 결과에 기초하여 선택된 후보 문자들에 대응하는 시각 피드백 정보를 문자 표시부(110)를 통해

실시간으로 출력한다(S304).

[0058] 상기 단계 (S304)에서 시각 피드백 정보가 출력된 이후, 아래에서 설명할 근전도 신호에 의한 인터럽트 신호가 발생될 때까지 상기 단계 (S301) 내지 (S304)의 과정이 반복된다. 이에 따라, 연속적으로 측정되는 뇌 신호의 양이 많아지게 되어, 반복되는 단계 (S304)마다 시각 피드백 정보는 좀 더 신뢰도가 높아지는 값으로 갱신되어 출력된다.

[0059] 한편, 상기 단계 (S311)이후에, 상기 측정된 근전도 신호에 대한 처리 과정은 다음과 같다.

[0060] 측정된 근전도 신호를 분석하여 근전도 신호의 세기에 따른 평균 진폭을 검출한다(S312).

[0061] 이때, 상기 단계 (S312)에서의 근전도 신호 분석 과정은 상기 단계(S304)에서의 시각 피드백 정보가 출력되고 있는 동안에 병렬적으로 처리될 수 있다.

[0062] 다음으로, 검출된 평균 진폭의 값과 기설정된 임계값을 비교하여, 평균 진폭 값이 임계값을 초과하는지 여부를 판단한다(S313).

[0063] 상기 단계 (S313)의 판단 결과, 평균 진폭 값이 임계값을 초과하는 시점에 인터럽트 신호를 발생시킨다. 반면, 상기 단계 (S313)의 판단 결과, 평균 진폭 값이 임계값 이하인 경우 상기 단계 (S311)로 회귀하여 상기 단계 (S313)까지의 과정을 반복한다.

[0064] 한편, 상기 단계(S304)를 통해 시각 피드백 정보가 문자 표시부(110)를 통해 실시간으로 출력되는 동안, 상기 단계(S313)를 통해 인터럽트 신호가 발생되는지 여부를 판단한다(S320).

[0065] 상기 단계 (S320)을 통한 판단의 결과, 인터럽트 신호가 발생되면 해당 시점에 문자 표시부(110)를 통해 출력되고 있는 문자들 중 최상위 확률 값을 갖는 후보 문자를 타겟 문자로 선택하여 문자 입력 처리한다(S330).

[0066] 이상에서와 같이, 문자 입력 장치(100)는 사용자의 뇌 신호를 실시간으로 분석하여 현재 어떠한 문자가 타겟 문자로서의 우선 순위가 높은 순위로 분류되고 있는지를 해석한다. 그리고 문자 입력 장치(100)는 상기 분류 결과에 기초하여 모든 문자에 우선 순위(즉, 랭킹)을 할당하고, 할당된 모든 문자에 대한 랭킹 중 상위에 속하는 적어도 하나의 후보 문자(즉, 현재 사용자가 집중하고 있을 가능성이 높은 문자)에 대한 시각 피드백을 실시간으로 제공한다. 이러한 과정을 통해, 사용자는 현재 자신이 주시하고 있는 문자에 대해 제대로 입력 신호가 생성되고 있는지 실시간으로 확인할 수 있으며, 자신의 의도와 다르게 동작하고 있는 경우 다시 해당 문자에 집중함으로써 문자 입력 정확도를 향상시킬 수 있다. 더불어, 사용자는 자신이 입력하길 원하는 문자의 랭킹이 최상위가 되었을 때 해당 문자를 타겟 문자로서 직접 선택할 수 있어, 문자 입력의 속도 및 정확도가 크게 향상된다.

[0067] 이상에서 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 BCI 기반 문자 입력 장치 및 그 방법은, 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 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 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. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[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-컴퓨터 인터페이스 기반 문자 입력 장치

110: 문자 표시부

120: 뇌 신호 측정부

130: 뇌 신호 분석부

140: 시각 피드백 출력부

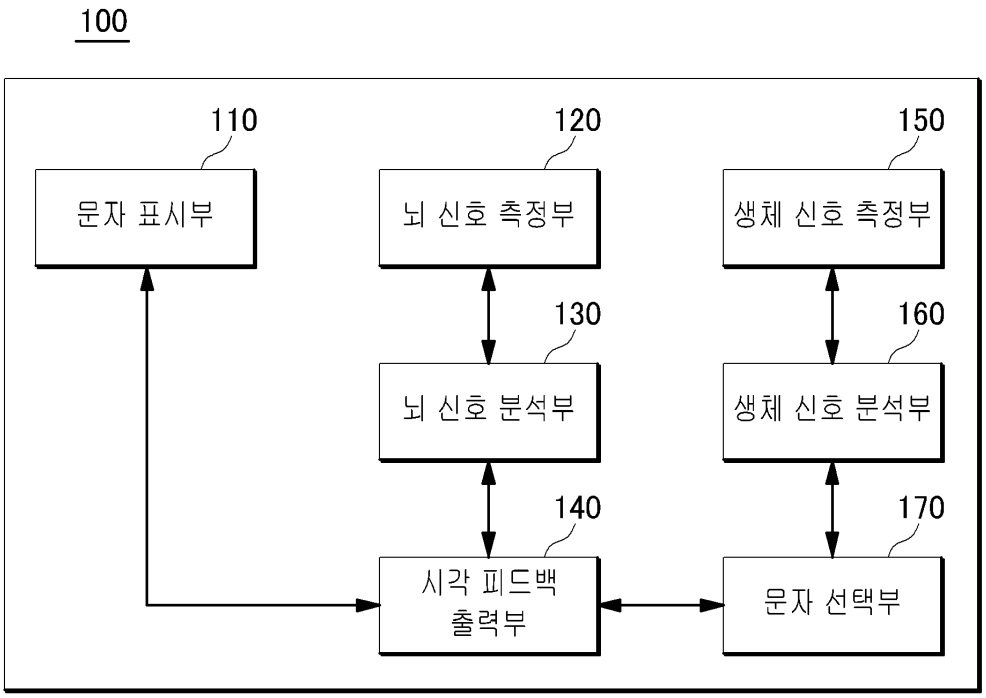
150: 생체 신호 측정부

160: 생체 신호 분석부

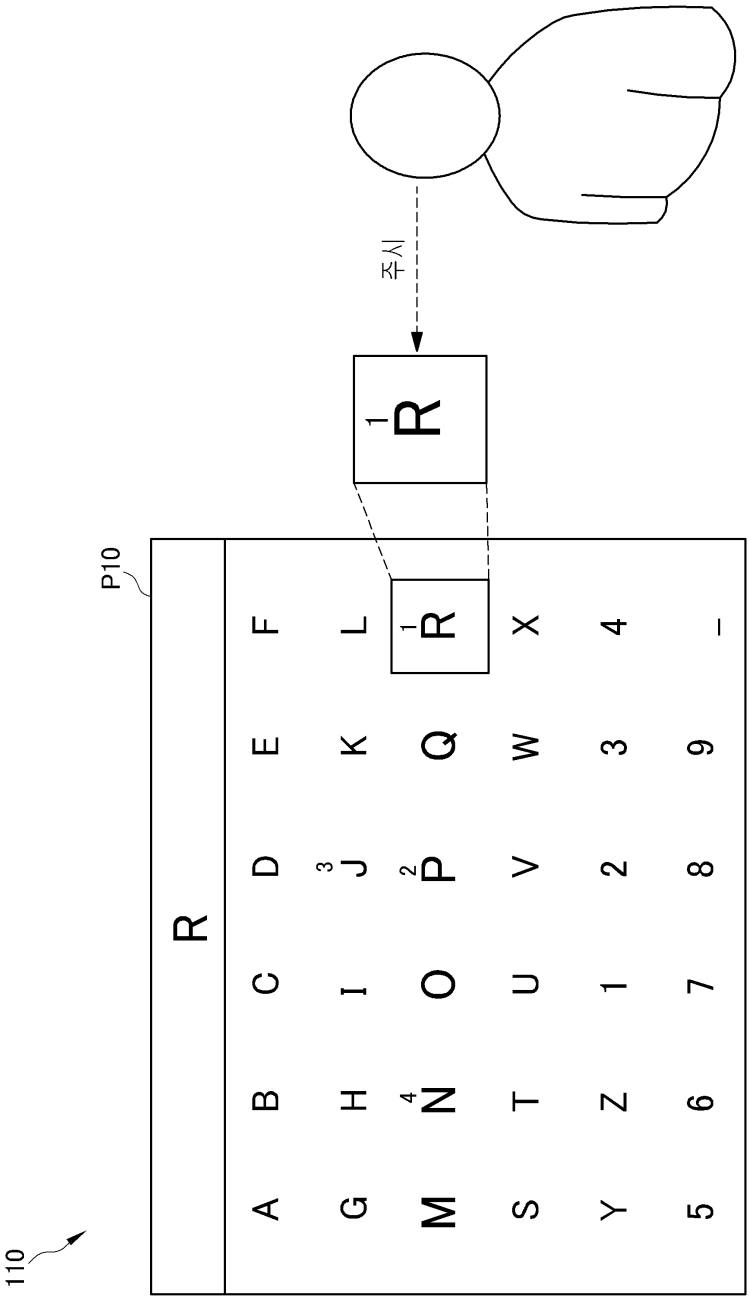
170: 문자 선택부

도면

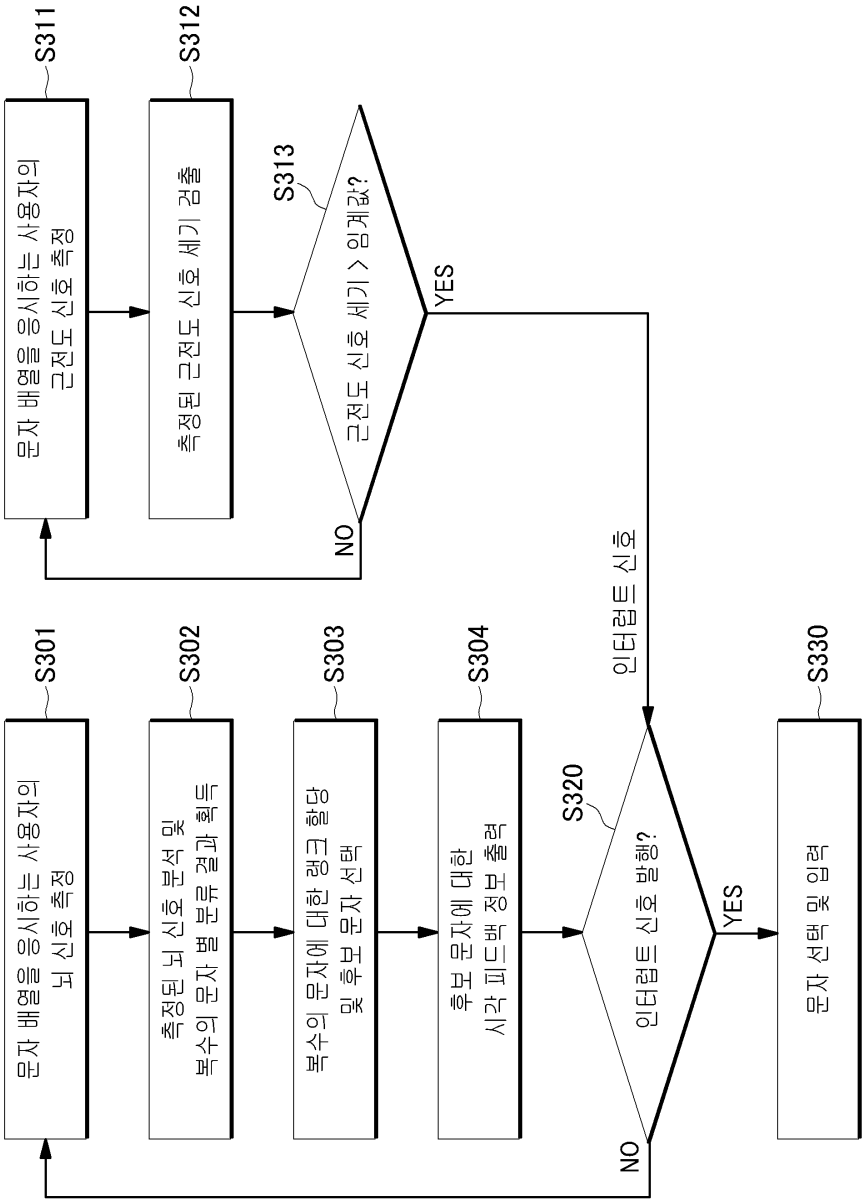
도면1



도면2


주시
1
R
P10
110
R
A B C D E F
G H I J K L
M N O P Q R
S T U V W X
Y Z 1 2 3 4
5 6 7 8 9 -
1
2
3
4

도면3



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제2항

【변경전】

..상기 사용자의 기설정된 근육..

【변경후】

..사용자의 기설정된 근육..