

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0084889
(43) 공개일자 2024년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) A61B 5/369 (2021.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/015 (2013.01)
A61B 5/369 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2022-0169699
(22) 출원일자 2022년12월07일
심사청구일자 2022년12월07일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13 (대림아크로빌, 대림아크로텔) B-2902
이서현
서울특별시 강남구 압구정로 321 한양아파트 9동 403호
(74) 대리인
특허법인위솔

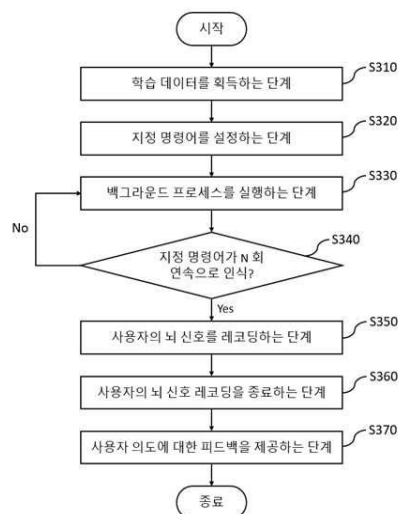
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법은, 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 획득하는 단계, 상기 학습 데이터를 기반으로 복수 개의 지정 명령어 후보 중 하나의 지정 명령어를 설정하는 단계, 상기 지정 명령어를 인식하기 위한 백그라운드 프로세스를 수행하는 단계, 상기 백그라운드 프로세스를 기반으로 상기 지정 명령어가 기 설정된 횟수 이상 연속으로 인식되었는지 여부를 판단하는 단계 및 상기 지정 명령어가 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711152863
과제번호	2021-0-02068-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	인공지능 혁신 허브 연구 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711093609
과제번호	2019-0-00079-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능핵심고급인재양성(R&D)
연구과제명	인공지능대학원지원(고려대학교)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법에 있어서,

지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 획득하는 단계;

상기 학습 데이터를 기반으로 복수 개의 지정 명령어 후보 중 하나의 지정 명령어를 설정하는 단계;

상기 지정 명령어를 인식하기 위한 백그라운드 프로세스를 수행하는 단계;

상기 백그라운드 프로세스를 기반으로 상기 지정 명령어가 기 설정된 횟수 이상 연속으로 인식되었는지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 지정 명령어가 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 단계를 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 학습 데이터는,

상기 복수 개의 지정 명령어 후보들에 대해 무작위로 발화 상상을 수행할 때 발생하는 뇌 신호의 적어도 일부를 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 지정 명령어를 설정하는 단계는,

M 개의 지정 명령어 후보들에 대해 수집된 학습 데이터를 M+1 개의 클래스로 분류하는 단계;

상기 M 개의 지정 명령어 후보들에 대응되는 클래스의 참 양성 비율(true positive rate, TPR)을 결정하는 단계; 및

상기 TPR이 가장 높은 클래스에 대응되는 지정 명령어 후보를 상기 하나의 지정 명령어로 결정하는 단계를 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 M 개의 지정 명령어 후보들에 대응되는 클래스의 TPR이 모두 기설정된 기준 이하일 경우, 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 다시 획득하는 단계를 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 다시 획득하는 단계는,

적어도 하나의 지정 명령어 후보를 추천하는 단계를 포함하고,

다시 획득되는 상기 학습 데이터는 추천된 상기 적어도 하나의 지정 명령어 후보를 기반으로 획득되는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 백그라운드 프로세스를 수행하는 단계는,

제1 시간 구간에 대응되는 뇌 신호를 획득하는 단계;

상기 제1 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 휴지 상태에서 발생한 뇌 신호인지 또는 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 제1 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 상기 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인 것으로 판단되는 경우, 상기 제1 시간 구간에서 상기 지정 명령어가 인식된 것으로 결정하는 단계를 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 백그라운드 프로세스를 수행하는 단계는,

제1 시간 구간을 기 설정된 시간 만큼 시프팅(shifting)한 제2 시간 구간에 대응되는 뇌 신호를 획득하는 단계;

상기 제2 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 휴지 상태에서 발생한 뇌 신호인지 또는 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 제2 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 상기 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인 것으로 판단되는 경우, 상기 제2 시간 구간에서 상기 지정 명령어가 인식된 것으로 결정하는 단계를 더 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 단계는, 레코딩된 사용자의 뇌 신호를 텍스트로 변환하는 단계를 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

변환된 상기 텍스트를 사용자 피드백을 위한 장치로 전송하는 단계를 더 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 단계 이후에 상기 지정 명령어가 상기 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호 레코딩을 종료하는 단계를 더 포함하는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법.

청구항 11

적어도 하나의 프로세서;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(load)하는 메모리; 및

상기 컴퓨터 프로그램을 저장하는 스토리지를 포함하고,

상기 컴퓨터 프로그램은 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해,

지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 획득하는 동작,

상기 학습 데이터를 기반으로 복수 개의 지정 명령어 후보 중 하나의 지정 명령어를 설정하는 동작,

상기 지정 명령어를 인식하기 위한 백그라운드 프로세스를 수행하는 동작,

상기 백그라운드 프로세스를 기반으로 상기 지정 명령어가 기 설정된 횟수 이상 연속으로 인식되었는지 여부를 판단하는 동작,

상기 지정 명령어가 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 동작을 실행하도록 제어되는 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치.

청구항 12

컴퓨팅 장치와 결합되어,

지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 획득하는 동작,

상기 학습 데이터를 기반으로 복수 개의 지정 명령어 후보 중 하나의 지정 명령어를 설정하는 동작,

상기 지정 명령어를 인식하기 위한 백그라운드 프로세스를 수행하는 동작,

상기 백그라운드 프로세스를 기반으로 상기 지정 명령어가 기 설정된 횟수 이상 연속으로 인식되었는지 여부를 판단하는 동작,

상기 지정 명령어가 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 동작을 실행하는 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 뇌 신호를 분석하여 사용자의 의도를 인식하고 해당되는 적절한 서비스를 제공하기 위한 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법 및 이를 수행하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 뇌-컴퓨터 인터페이스는 사용자의 뇌 신호로부터 유의미한 신호를 검출하여 사용자의 의도를 파악하고 적절한 피드백을 제공하는 기술이다. 종래의 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술은 주로 몸을 움직이기 불편한 마비 환자 등을 대상으로 개발되어 왔으나, 환자들 뿐만 아니라 일반인들도 널리 활용할 수 있는 간편한 보조 시스템을 개발하는 것이 최근의 기술 개발 동향이다. 뇌 신호를 수집하는 방법은 크게 두 가지로, 수술을 동반하는 침습적 방법과 수술을 동반하지 않는 비침습적 방법이 존재하는데, 일반인들에게 활용하기 위해서는 비침습적 방법으로 수집한 뇌 신호를 활용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술이 필요하다. 하지만 비침습적 방법으로 측정된 뇌 신호는 침습적 방법으로 측정된 뇌 신호와 비교할 때 신호 품질이 낮기 때문에, 비침습적 방법으로 측정된 뇌 신호를 기반으로 사용자 의도를 정확하게 인식하는 것은 매우 도전적인 문제이다.

[0003] 최근의 비침습 기반의 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술은 기존에 많이 사용되어왔던 동작 상상(Motor Imagery)에서 나아가 말하는 상황을 하는 발화 상상(Imagined Speech)을 적극적으로 활용하는 추세로 개발이 진행되고 있다. 동작 상상과 관련된 뇌 신호가 주로 뇌의 Motor Cortex에서 신호가 발생하는 것과 달리, 발화 상상의 경우 관련 뇌 신호가 주로 좌측 측두엽에서 강하게 나타내기 때문에, 머리카락이 없는 귀 주변 또는 이어폰 형태의 간소화된 뇌 신호 측정 장치를 통해서도 뇌 신호의 측정이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 발화 상상은 입력하고자 하는 클래스의 무한 확장이 가능하기 때문에, 이러한 발화 상상 기반의 의사소통 시스템을 활용하기 위해서는 다양한 사용자 의도를 성공적으로 인식하고, 외부 자극이 없는 상황에서도 사용자의 상상 시점을 정확하게 검출하는 기술이 필요하다. 본 발명은 이에 대한 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제 10-2019-0067069호(2019.06.14)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 사용자가 특정 명령어를 말하는 상상을 할 때 발생하는 사용자의 뇌파를 비침습적인 방법으로 획득하여 상상만으로 사용자의 의도를 정확히 인식할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 복잡하고 불명확한 인간의 비침습 뇌파로부터 가장 효과적으로 인식할 수 있는 사용자 별 특정 명령어를 지정하여 사용자 의도가 발생하는 시점을 정확하게 검출할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법은, 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 획득하는 단계, 상기 학습 데이터를 기반으로 복수 개의 지정 명령어 후보 중 하나의 지정 명령어를 설정하는 단계, 상기 지정 명령어를 인식하기 위한 백그라운드 프로세스를 수행하는 단계, 상기 백그라운드 프로세스를 기반으로 상기 지정 명령어가 기 설정된 횟수 이상 연속으로 인식되었는지 여부를 판단하는 단계 및 상기 지정 명령어가 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시 예에 따르면, 상기 학습 데이터는, 상기 복수 개의 지정 명령어 후보들에 대해 무작위로 발화 상상을 수행할 때 발생하는 뇌 신호의 적어도 일부를 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시 예에 따르면, 상기 지정 명령어를 설정하는 단계는, M 개의 지정 명령어 후보들에 대해 수집된 학습 데이터를 M+1 개의 클래스로 분류하는 단계, 상기 M 개의 지정 명령어 후보들에 대응되는 클래스의 참 양성 비율(true positive rate, TPR)을 결정하는 단계 및 상기 TPR이 가장 높은 클래스에 대응되는 지정 명령어 후보를 상기 하나의 지정 명령어로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시 예에 따르면, 상기 M 개의 지정 명령어 후보들에 대응되는 클래스의 TPR이 모두 기설정된 기준 이하일 경우, 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 다시 획득하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시 예에 따르면, 상기 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 다시 획득하는 단계는, 적어도 하나의 지정 명령어 후보를 추천하는 단계를 포함하고, 다시 획득되는 상기 학습 데이터는 추천된 상기 적어도 하나의 지정 명령어 후보를 기반으로 획득될 수 있다.
- [0013] 일 실시 예에 따르면, 상기 백그라운드 프로세스를 수행하는 단계는, 제1 시간 구간에 대응되는 뇌 신호를 획득하는 단계, 상기 제1 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 휴지 상태에서 발생한 뇌 신호인지 또는 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인지 여부를 판단하는 단계 및 상기 제1 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 상기 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인 것으로 판단되는 경우, 상기 제1 시간 구간에서 상기 지정 명령어가 인식된 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시 예에 따르면, 상기 백그라운드 프로세스를 수행하는 단계는, 제1 시간 구간을 기 설정된 시간 만큼 시프팅(shifting)한 제2 시간 구간에 대응되는 뇌 신호를 획득하는 단계, 상기 제2 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 휴지 상태에서 발생한 뇌 신호인지 또는 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인지 여부를 판단하는 단계 및 상기 제2 시간 구간에 대응되는 뇌 신호가 상기 지정 명령어 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인 것으로 판단되는 경우, 상기 제2 시간 구간에서 상기 지정 명령어가 인식된 것으로 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 단계는, 레코딩된 사용자의 뇌 신호를 텍스트로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시 예에 따르면, 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법은 변환된 상기 텍스트를 사용자 피드백을 위한 장치로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법은 상기 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 단계 이후에 상기 지정 명령어가 상기 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호 레코딩을 종료하는 단계

를 더 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치는, 적어도 하나의 프로세서, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(load)하는 메모리 및 상기 컴퓨터 프로그램을 저장하는 스토리지를 포함하고, 상기 컴퓨터 프로그램은 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 획득하는 동작, 상기 학습 데이터를 기반으로 복수 개의 지정 명령어 후보 중 하나의 지정 명령어를 설정하는 동작, 상기 지정 명령어를 인식하기 위한 백그라운드 프로세스를 수행하는 동작, 상기 백그라운드 프로세스를 기반으로 상기 지정 명령어가 기 설정된 횟수 이상 연속으로 인식되었는지 여부를 판단하는 동작, 상기 지정 명령어가 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 동작을 실행하도록 제어될 수 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 따른 컴퓨터로 관독 가능한 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램은 컴퓨팅 장치와 결합되어, 지정 명령어 설정을 위한 학습 데이터를 획득하는 동작, 상기 학습 데이터를 기반으로 복수 개의 지정 명령어 후보 중 하나의 지정 명령어를 설정하는 동작, 상기 지정 명령어를 인식하기 위한 백그라운드 프로세스를 수행하는 동작, 상기 백그라운드 프로세스를 기반으로 상기 지정 명령어가 기 설정된 횟수 이상 연속으로 인식되었는지 여부를 판단하는 동작, 상기 지정 명령어가 기설정된 횟수 이상 연속으로 인식되는 경우, 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 동작을 실행할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 이어폰 형태로 간단하게 착용할 수 있는 장치를 통해 발화 상상과 관련된 뇌 신호를 수집하고 이를 통해 상상만으로 사용자의 의도를 인식하고, 이를 웨어러블 디바이스, 스마트폰 및 스마트 디바이스 등과 연계하여 사용자에게 편리한 시스템을 제공할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면 복잡하고 불명확한 인간의 비침습 뇌파로부터 가장 효과적으로 인식할 수 있는 사용자별 특정 명령어를 지정하여 사용자 의도가 발생하는 시점을 정확하게 검출할 수 있다.

[0022] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해 될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명이 적용되는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 이용한 발화 상상 기반의 사용자 의사 전달 과정의 일 예시를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치(200)의 구성을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법을 나타낸 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 지정 명령어 설정 방법을 나타낸 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 백그라운드 프로세스 기반의 지정 명령어 인식 방법을 나타낸 순서도이다.

도 6은 본 발명의 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치가 구현되는 일 예시를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용 효과에 관한 자세한 사항은 본 발명의 명세서에 첨부된 도면에 의거한 이하의 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다. 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세하게 설명한다.

[0025] 본 명세서에서 개시되는 실시 예들은 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되거나 이용되지 않아야 할 것이다. 이 분야의 통상의 기술자에게 본 명세서의 실시 예를 포함한 설명은 다양한 응용을 갖는다는 것이 당연하다. 따라서, 본 발명의 상세한 설명에 기재된 임의의 실시 예들은 본 발명을 보다 잘 설명하기 위한 예시적인 것이며 본 발명의 범위가 실시 예들로 한정되는 것을 의도하지 않는다.

[0026] 도면에 표시되고 아래에 설명되는 기능 블록들은 가능한 구현의 예들일 뿐이다. 다른 구현들에서는 상세한 설명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 기능 블록들이 사용될 수 있다. 또한, 본 발명의 하나 이상의 기능 블록이 개별 블록들로 표시되지만, 본 발명의 기능 블록들 중 하나 이상은 동일 기능을 실행하는 다양한

하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합일 수 있다.

- [0027] 또한, 어떤 구성요소들을 포함한다는 표현은 "개방형"의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0028] 나아가 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급될 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 한다.
- [0029] 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명의 세부적인 실시 예들에 대해 살펴보도록 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명이 적용되는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 이용한 발화 상상 기반의 사용자 의사 전달 과정의 일예시를 나타낸 도면이다.
- [0031] 앞서 설명한 바와 같이, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술은 사용자의 뇌 신호로부터 유의미한 신호를 검출하여 사용자의 의도를 파악하고 적절한 피드백을 제공하는 기술을 의미한다. 도 1은 이러한 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 이용하여 발화 상상을 통해 상상만으로 사용자 의사를 외부로 전달하는 과정을 나타낸다. 도 1을 참조하면, 사용자는 우선 외부로 전달하고자 하는 문장 또는 명령어를 실제로 외부로 말하지는 않으면서 말하는 것과 같은 상상, 즉 발화 상상을 수행할 수 있다. 일 예로, 사용자는 "How's the weather tomorrow?" 또는 "I want orange juice"와 같이 사용자의 의도가 반영된 특정 문장 혹은 명령어에 대해 발화 상상을 수행할 수 있다. 이러한 발화 상상 과정에서 발생하는 사용자의 뇌 신호는 뇌전도(electroencephalography, EEG) 신호의 형태로 수집되며, 수집된 뇌 신호를 디코딩함으로써 사용자가 발화 상상 시 의도하였던 문장 또는 명령어가 추정될 수 있다. 추정된 문장 또는 명령어는 스피커 등을 통해 직접 외부로 출력되거나, 또는 다른 형태의 신호로 변환되어 외부기기 혹은 장치를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 디코딩을 통해 앞서 예시로 든 "How's the weather tomorrow?" 또는 "I want orange juice"가 추정되었다면, 추정된 문장들이 스피커를 통해 음성 신호로서 출력되고 해당 음성 신호를 기반으로 AI 스피커가 내일 날씨에 대한 정보를 제공하게 하거나, 또는 로봇 팔 등의 장치가 오렌지 주스를 사용자에게 제공할 수 있도록 제어할 수 있다.
- [0032] 도 1에 도시된 바와 같이, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 이용하여 발화 상상 시 발생하는 뇌 신호를 성공적으로 디코딩할 수 있다면, 사용자가 실제 말을 하지 않고도 사용자의 의도를 자유롭게 외부에 전달하는 것이 가능하다. 한편 이처럼 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 이용하여 발화 상상만으로 사용자 의사를 효율적으로 전달하기 위해서는, 상시적으로 발생하는 뇌 신호 중 사용자의 특정 의도가 포함된 발화 상상 시점을 정확하게 검출하고, 측정된 뇌 신호로부터 사용자 의도를 정확하게 추정하는 방법이 필요하다.
- [0033] 따라서, 이하 도면을 참조하여 사용자의 발화 상상 시점을 정확하게 검출하고 사용자 의도를 정확하게 추정하기 위한 뇌파를 이용한 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법 및 장치에 대하여 상세히 설명한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치(200)의 구성을 나타낸 도면이다. 이하 본 발명을 설명함에 있어서 "장치(200)"는 특별히 정의하지 않는 한 도 2를 참조하여 설명한 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치(200)를 의미하는 것으로 이해될 수 있다. 다만 도 2의 예시는 본 발명의 목적을 달성하기 위한 바람직한 실시 예일 뿐이며, 필요에 따라 일부 구성이 추가되거나 삭제될 수 있고, 어느 한 구성이 수행하는 역할을 다른 구성이 함께 수행할 수도 있음은 물론이다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 장치(200)는 장치(200)에 의해 생성되는 데이터를 음성 신호의 형태로 출력하는 스피커부(210), 비 침습적인 방법으로 사용자로부터 뇌 신호를 획득하는 전극부(220), 진동을 제공하는 진동제공부(230), 그리고 외부 기기 또는 외부 시스템과 무선 통신을 수행하는 무선통신부(240)를 포함할 수 있다.
- [0036] 한편 도 2에 도시되지 않았더라도 장치(200)는 장치(200)에 포함된 일련의 구성을 제어하거나 동작시키기 위해 필요한 적어도 하나의 프로세서, 상기 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(load)하기 위한 메모리, 그리고 상기 컴퓨터 프로그램을 저장하기 위한 스토리지(storage) 등을 더 포함할 수 있음에 유의한다. 일 예시로, 프로세서는 CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit) 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있는 형태의 프로세서 중 어느 하나일 수 있다. 메모리는 각종 정보, 명령 및/또는 정보를 저장하며, 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법을 수행하기 위해 스토리지로부터 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 로드할 수 있다. 스토리지는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 및 대용량 네트워크 정보를 비임시적으로 저장할 수 있다. 이러한 스토리지는 ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리 등과

같은 비휘발성 메모리, 하드 디스크(HDD), 보조 저장 매체(SSD), 착탈형 디스크, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있는 임의의 형태의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체 중 어느 하나일 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 메모리에 로드되어 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행되며, 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법을 수행할 수 있다.

[0037] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법을 나타낸 순서도이다. 이하 본 발명을 설명함에 있어서 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법의 각 단계는 도 2를 참조하여 설명한 장치(200)에 의해 수행되는 것으로 이해될 수 있을 것이다.

[0038] 도 3을 참조하면, 장치(200)는 지정 명령어를 설정하기 위해 분류 모델 학습을 위한 학습 데이터를 획득할 수 있다(S310). S310 단계에서 획득되는 학습 데이터는, 사용자가 특정 명령어에 대해 발화 상상을 할 때 발생하는 뇌 신호 및/또는 사용자가 발화 상상 하지 않을 때 발생하는 뇌 신호를 포함할 수 있다. 구체적으로, 장치(200)의 학습 데이터 획득을 위해, 사용자는 M개의 지정 명령어 후보들을 결정한 후 해당 M개의 지정 명령어 후보들에 대해 무작위의 순서로 특정 횟수 만큼 반복하여 발화 상상을 수행할 수 있다. 장치(200)는 사용자가 M 개의 지정 명령어 후보들에 대해 무작위로 발화 상상을 수행할 때 발생하는 뇌 신호, 그리고 발화 상상을 수행하지 않을 때의 뇌 신호를 획득할 수 있다. 여기서 M 개의 지정 명령어 후보들은 사전에 장치(200)에 설정되어 있는 명령어들의 집합이거나, 사용자가 임의로 결정한 명령어들의 집합이거나, 또는 이들의 조합일 수 있다. M은 바람직하게는 3 이상일 수 있다.

[0039] 도 3의 S310 단계를 통해 설명한 학습 데이터 획득의 구체적인 예시로, 사용자가 결정한 지정 명령어 후보가 "A", "B", "C" 인 경우(즉, M=3)를 가정하면, 사용자는 "A", "B", "C"를 무작위의 순서로 30회 가량 반복하여 말하는 상상을 수행할 수 있다. 장치(200)는 사용자가 "A", "B", "C"에 대해 무작위의 순서로 발화 상상을 하는 동안, 2초 가량의 뇌 신호를 획득할 수 있다. 본 예시에서 장치(200)에 의해 학습 데이터로서 획득되는 뇌 신호에는 (1) 사용자가 "A"를 발화 상상할 경우 발생하는 뇌 신호, (2) 사용자가 "B"를 발화 상상할 경우 발생하는 뇌 신호, (3) 사용자가 "C"를 발화 상상할 경우 발생하는 뇌 신호, (4) 사용자가 발화 상상을 수행하지 않을 경우 발생하는 뇌 신호 중 적어도 일부가 포함될 수 있다. 여기서 지정 명령어 후보의 수(M=3), 반복적으로 발화 상상을 수행하는 특정 횟수(30회 가량) 및 학습 데이터 획득을 위한 특정 시간(2초 가량)의 구체적인 수치는 예시를 위한 것일 뿐 본 발명의 범위를 한정하지 않음에 유의한다.

[0040] 학습 데이터를 획득한 이후, 장치(200)는 획득한 학습 데이터를 기반으로 M 개의 지정 명령어 후보들 중 하나의 지정 명령어를 설정할 수 있다(S320). 도 4를 참조하여 S320 단계에서 하나의 지정 명령어를 설정하는 방법에 대하여 상세히 설명한다.

[0041] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 지정 명령어 설정 방법을 나타낸 순서도이다.

[0042] 도 4를 참조하면, 장치(200)는 고주파 기반의 특징 분석 및 소스 분석(Source analysis)를 통해 S310 단계에서 획득된 학습 데이터로부터 유의미한 특징을 추출하고, 합성곱신경망 등의 분류 방법을 이용하여 M+1개의 클래스로의 클래스 분류를 수행할 수 있다(S410). 여기서 M은 S310 단계에서 설명한 지정 명령어 후보의 수이다. M+1 개의 클래스는 M 개의 지정 명령어 후보들에 대한 발화 상상을 수행할 때 발생하는 뇌 신호에 대응되는 M 개의 클래스와, 발화 상상을 수행하지 않는 상태의 뇌 신호에 대응되는 1 개의 클래스를 포함할 수 있다. 장치(200)는 S410 단계를 통해 결정된 M+1 개의 클래스 중, M개의 지정 명령어 후보들에 대응되는 클래스의 참 양성 비율(true positive rate, TPR)을 결정할 수 있다(S420). 장치(200)는 M개의 지정 명령어 후보들에 대응되는 클래스들에 대하여 결정된 TPR 중 가장 높은 TPR을 가지는 클래스에 대응되는 지정 명령어 후보를 지정 명령어로서 설정할 수 있다(S430). 이 때 만약 S420 단계에서 모든 지정 명령어 후보들에 대한 TPR이 일정 기준치 이하인 것으로 확인될 경우, 장치(200)는 S310 단계로 돌아가 학습 데이터를 다시 획득할 수 있다. 장치(200)는 다시 학습 데이터를 획득하기 전 사용자에게 지정 명령어 후보를 추천할 수도 있다. 여기서 장치(200)가 추천하는 지정 명령어 후보는 장치(200)에 사전에 저장 또는 설정되어 있을 수 있다.

[0043] 도 3의 S320 단계 및 도 4를 통해 설명한 지정 명령어 설정의 구체적인 예시로, S310 단계의 예시와 같이 사용자가 결정한 지정 명령어 후보가 "A", "B", "C" 인 경우(즉, M=3)를 가정할 때, 장치(200)는 획득된 학습 데이터에 대한 특징 분석 및 분류 방법을 통해 4개의 클래스에 대한 클래스 분류를 수행할 수 있다. 여기서 4 개의 클래스는 (1) 사용자가 "A"를 발화 상상할 경우 발생하는 뇌 신호에 대응되는 제1클래스, (2) 사용자가 "B"를 발화 상상할 경우 발생하는 뇌 신호에 대응되는 제2 클래스, (3) 사용자가 "C"를 발화 상상할 경우 발생하는 뇌 신호에 대응되는 제3 클래스, (4) 사용자가 발화 상상을 수행하지 않을 경우 발생하는 뇌 신호에 대응되는 제4 클래스를 포함할 수 있다. 따라서, 장치(200)는 만약 제1 클래스의 TPR이 가장 높은 경우 제1 클래스에 대응되

는 "A"를 지정 명령어로 설정할 수 있다. 또는, 장치(200)는 제2 클래스의 TPR이 가장 높은 경우 제2 클래스에 대응되는 "B"를 지정 명령어로 설정할 수 있다. 또는, 장치(200)는 제3 클래스의 TPR이 가장 높은 경우 제3 클래스에 대응되는 "C"를 지정 명령어로 설정할 수 있다. 만약 제1 클래스, 제2 클래스, 제3 클래스의 TPR이 모두 일정 기준치 이하일 경우, 장치(200)는 새로운 지정 명령어 "D"를 사용자에게 추천하고, 다시 S310 단계로 돌아가 학습 데이터 획득 단계를 수행할 수 있다.

[0044] 다시 도 3에 대한 설명으로 돌아가서, S320 단계를 통해 지정 명령어가 설정되면, 장치(200)는 지정 명령어 인식을 위한 백그라운드 프로세스를 수행할 수 있다(S330). 본 발명을 설명함에 있어서 백그라운드 프로세스는 사용자가 휴지 상태(resting state)에 있는지 혹은 뇌 신호 레코딩을 시작 또는 종료하기 위해 설정된 지정 명령어를 발화 상상하는 상태에 있는지 판단하기 위해 장치(200)에 의해 수행되는 일련의 동작을 의미할 수 있다. 백그라운드 프로세스는 사용자가 설정된 지정 명령어를 발화 상상하는 상태에 있는지 여부를 판단하기 위한 프로세스이므로, 바람직하게는 S320 단계에서 지정 명령어가 설정된 이후부터 수행될 수 있으나, 이는 본 발명의 범위를 제한하지 않으며 백그라운드 프로세스는 도면에 도시된 순서와 관계 없이 상시적으로 수행될 수도 있음에 유의한다. 이하 도 5를 참조하여 백그라운드 프로세스 및 이에 기반한 지정 명령어 인식 방법에 대하여 상세히 설명한다.

[0045] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 백그라운드 프로세스 기반의 지정 명령어 인식 방법을 나타낸 순서도이다.

[0046] 도 5를 참조하면, 장치(200)는 일정 길이를 가지는 시간 구간을 시간 축 상에서 시프팅(shifting)하면서, 각각의 시간 구간에 대응되는 뇌 신호를 획득할 수 있다(S510). 본 발명에서 백그라운드 프로세스가 수행되는 동안 장치(200)는 실시간으로 사용자의 뇌로부터 발생하는 뇌 신호를 수집하고 있음을 가정한다. 즉, 장치(200)는 실시간으로 수집되고 있는 사용자의 뇌 신호로부터, 일정 길이(T_1)를 갖는 시간 구간을 시간 축 상에서 T_2 만큼 시프팅하면서 복수의 시간 구간 각각에 대응되는 사용자의 뇌 신호를 획득할 수 있다. 즉, 장치(200)는 백그라운드 프로세스가 수행되는 동안 $[0, T_1], [T_2, T_2+T_1], \dots, [m \cdot T_2, m \cdot T_2+T_1], \dots$ 의 시간 구간에 대응되는 사용자의 뇌 신호를 획득할 수 있다. 일 예로, 장치(200)는 실시간으로 수집되고 있는 사용자의 뇌 신호로부터 2초의 길이를 가지는 시간 구간을 0.2초씩 시프팅할 경우, $[0, 2], [0.2, 2.2], \dots, [m \cdot 0.2, m \cdot 0.2+2], \dots$ 시간 구간에 각각에 대응되는 뇌 신호를 획득할 수 있다.

[0047] 이후 장치(200)는 각 시간 구간에 대응되는 사용자의 뇌 신호가 휴지 상태(resting state)에서 발생한 뇌 신호인지, 혹은 지정 명령어를 상상하는 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호인지 여부를 판단할 수 있다(S520). S520 단계에서의 판단은 미리 학습된 분류 방법을 기반으로 한 2 클래스 분류를 기반으로 수행될 수 있다. 여기서 미리 학습된 분류 방법에 기반한 2 클래스는 휴지 상태에 대응되는 클래스와 지정 명령어를 상상하는 발화 상상 상태에 대응되는 클래스를 포함할 수 있다.

[0048] S520 단계에서 특정 시간 구간에 대응되는 사용자의 뇌 신호가 지정 명령어를 상상하는 발화 상상 상태에서 발생한 뇌 신호라고 판단되는 경우, 장치(200)는 백그라운드 프로세스를 기반으로 지정 명령어가 인식된 것으로 결정할 수 있다(S530).

[0049] 이상 백그라운드 프로세스를 기반으로 장치(200)가 지정 명령어를 인식하는 방법에 대하여 설명하였다.

[0050] 다시 도 3에 대한 설명으로 돌아가서, 장치(200)는 백그라운드 프로세스가 수행되는 동안 일정 횟수(예: N번) 이상 연속으로 지정 명령어가 인식되었는지 여부를 판단할 수 있다(S340). 사용자는 자신의 의도가 포함된 발화 상상을 시작하기 전에, 앞서 설정된 지정 명령어를 발화하는 상상을 N 번 이상 수행한 후에 의도가 포함된 발화 상상을 수행할 수 있으며, 따라서 S340 단계를 통해 백그라운드 프로세스 기반의 지정 명령어 인식을 통해 사용자 의도가 발생하는 시점을 검출할 수 있다. 여기서 뇌 신호 레코딩을 시작하기 위한 지정 명령어 인식 횟수 N은 시스템의 민감도를 조절하기 위한 값으로서 사전에 결정되어 있거나 또는 사용자가 직접 지정 혹은 결정할 수 있다.

[0051] 만약 N 번 이상 연속으로 지정 명령어가 인식되었다고 판단한 경우(S340, Yes), 장치(200)는 이후에 발생하는 뇌 신호가 사용자의 의도가 포함된 뇌 신호인 것으로 가정하고 사용자의 뇌 신호를 레코딩할 수 있다(S350). 장치(200)는 S350 단계에서 레코딩되는 뇌 신호를 고주파 신호 분석 및 시계열 데이터 처리 알고리즘에 기반한 뇌 신호 기반 텍스트 인식기를 통해 텍스트로 변환할 수 있다. 일 예로, 장치(200)는 일정 시간 단위(예: 0.1초) 마다 음소 단위 분류를 수행하며, 음소 단위로 사용자 의도를 인식하고 이를 자연어 처리 및 확률 모델 기반으로 텍스트로 변환할 수 있다.

- [0052] 이와 달리 만약 N 번 이상 연속으로 지정 명령어가 인식되지 않은 경우에는(S340, No), 장치(200)는 아직 사용자 의도가 포함된 발화 상상이 수행되지 않는 것으로 가정하고 계속해서 백그라운드 프로세스를 수행하면서 N 번 이상 연속으로 지정 명령어가 인식되는 경우가 발생하는지를 모니터링할 수 있다.
- [0053] 장치(200)는 뇌 신호 레코딩을 수행하는 중 다시 일정 횟수 이상 연속으로 지정 명령어가 인식될 경우, 뇌 신호 레코딩 과정을 종료할 수 있다(S360). 사용자는 자신의 의도가 포함된 발화 상상을 수행한 이후, 장치(200)의 레코딩을 종료하기 위해 레코딩을 시작할 때와 마찬가지로 지정 명령어를 발화하는 상상을 일정 횟수 이상 수행할 수 있다. 여기서 시작을 위한 지정 명령어 인식 횟수와 종료를 위한 지정 명령어 인식 횟수는 동일하게 설정될 수 있으나, 반드시 동일할 필요는 없고, 서로 같거나 다른 값으로서 사전에 결정되어 있거나 또는 사용자가 직접 지정 혹은 결정할 수 있다.
- [0054] 뇌 신호 레코딩이 종료된 이후, 장치(200)는 사용자 의도에 대한 피드백을 제공할 수 있다(S370). 사용자 의도에 대한 피드백은 앞서 사용자의 뇌 신호를 레코딩하는 과정에서 텍스트로 변환된 사용자의 의도를 사용자의 웨어러블 디바이스, 스마트 폰 또는 스마트 홈 시스템 등의 외부 기기 혹은 외부 시스템으로 전송함으로써 수행될 수 있다. 따라서, 사용자는 외부 기기 혹은 외부 시스템의 출력 장치를 통해 장치(200)로부터 전송된 사용자의 의도를 확인함으로써 자신이 발화 상상을 통해 의도하였던 내용이 장치(200)에 의해 적절히 생성되었는지 확인할 수 있다. 피드백을 제공하는 동안에도 장치(200)는 백그라운드 프로세스를 수행하며 사용자 뇌 신호를 실시간으로 모니터링 할 수 있다.
- [0055] 이상 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 뇌 신호 보조 방법을 실시하는 방법 및 이를 위한 장치의 구성을 설명하였으며, 아래에서는 앞서 설명한 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치가 구현되는 일 예시를 설명한다.
- [0056] 도 6은 본 발명의 뇌 신호 기반의 사용자 보조 장치가 구현되는 일 예시를 나타낸 도면이다. 앞서 설명한 뇌 신호 기반의 사용자 보조 방법을 수행하기 위한 장치(200)는 이어폰과 같이 간단하게 착용하여 비침습적인 방법으로 뇌 신호를 측정할 수 있는 형태로 구현될 수 있으며, 이러한 예시가 도 6의 (a) 및 도 6의 (b)를 통해 도시되어 있다. 구체적으로 도 6의 (a)는 귀에 착용하기 전의 외부 모습을, 도 6(b)는 귀에 착용한 상태의 모습을 나타낸다. 도 6을 참조하면, 장치(200)는 도 2를 통해 설명한 장치(200)의 구성으로서 귀 내부에 음성을 출력하는 스피커부(210), 귀의 내부에서 뇌 신호를 측정하는 내부 전극 및 귀의 외부에서 뇌 신호를 측정하는 외부 전극을 포함하는 전극부(220), 진동을 제공하는 진동 제공부(230) 및 무선 통신을 수행하는 무선통신부(240)가 도 6의 (a) 및 도 6의 (b)를 통해 도시된 예시처럼 구현될 수 있다. 여기서 내부 전극은 건식 전극으로서 그라운드 역할을 수행하며, 외부 전극은 반건식 전극으로서 전선으로 연결되어 있으며 피부에 부착 가능하도록 구현될 수 있다. 도 6의 예시처럼 장치(200)가 이어폰과 같이 귀에 착용하는 형태로 구현될 경우, 뇌 신호 측정의 효과를 높이기 위해 전도성 성분이 있는 로션을 귀 주변에 도포하여 사용할 수 도 있다.
- [0057] 한편 명시적으로 도시되지는 않았지만, 도 6을 통해 구현된 예시의 장치는 도 2를 참조하여 설명한 바와 같이 장치에 포함된 일련의 구성을 제어하거나 동작시키기 위해 필요한 프로세서, 상기 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(load)하기 위한 메모리, 그리고 상기 컴퓨터 프로그램을 저장하기 위한 스토리지(storage) 등을 더 포함할 수 있음에 유의한다.
- [0058] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 즉 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명의 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.
- [0059] 한편, 본 발명의 방법을 설명하는 도면에서 설명의 순서가 반드시 실행의 순서와 대응되지는 않으며, 선후 관계가 변경되거나 병렬적으로 실행될 수도 있다.
- [0060] 또는, 본 발명의 방법을 설명하는 도면은 본 발명의 본질을 해치지 않는 범위 내에서 일부의 구성 요소가 생략되고 일부의 구성요소만을 포함할 수 있다.
- [0061] 또한, 본 발명의 방법은 발명의 본질을 해치지 않는 범위 내에서 각 실시예에 포함된 내용의 일부 또는 전부가 조합되어 실행될 수도 있다.
- [0062] 상술한 본 발명의 구체적인 실시 예들에서, 개시에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된

것으로서, 본 발명이 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

[0063] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위 뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0064] 200: 뇌 신호 기반의 사용자 장치

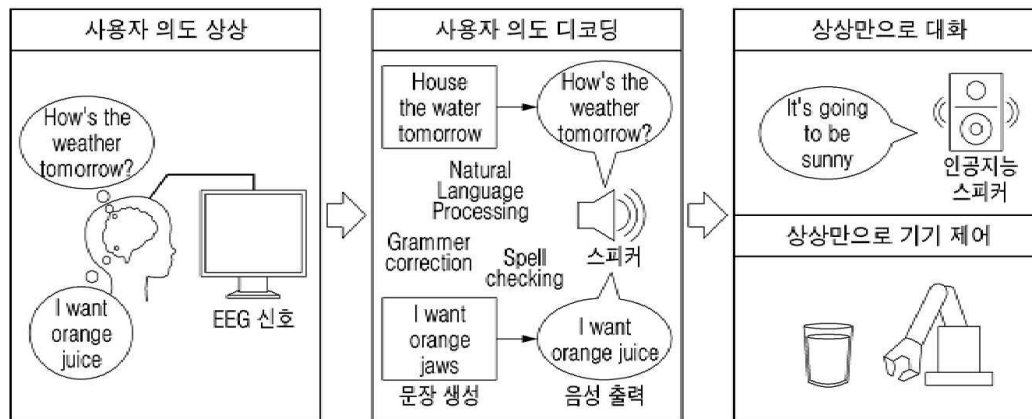
210: 스피커부

220: 전극부

230: 진동 제공부

도면

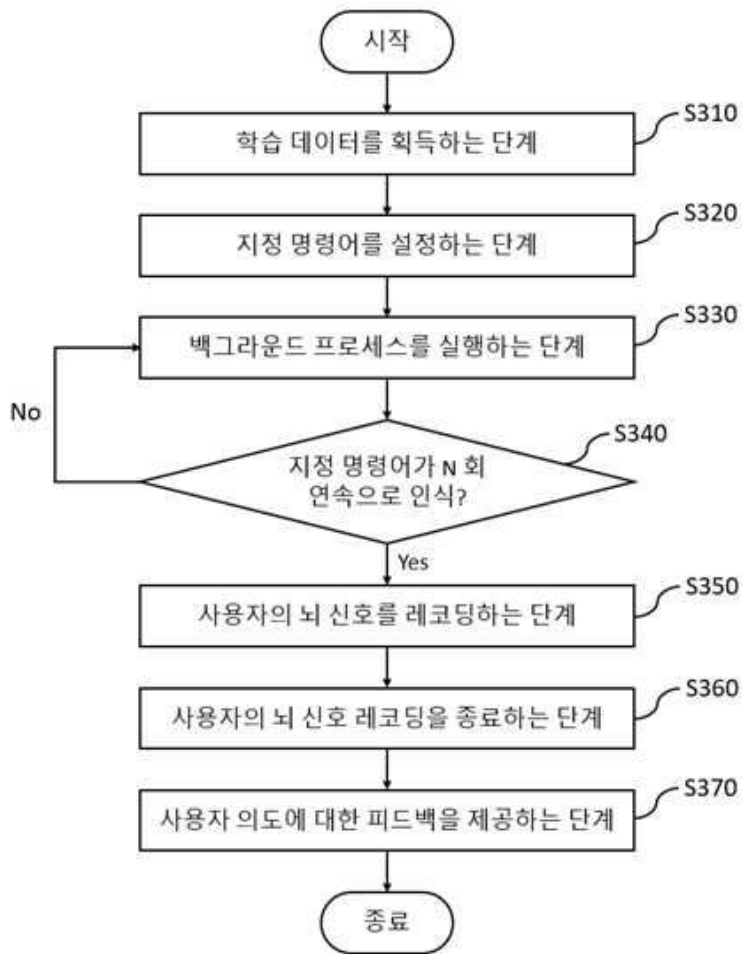
도면1



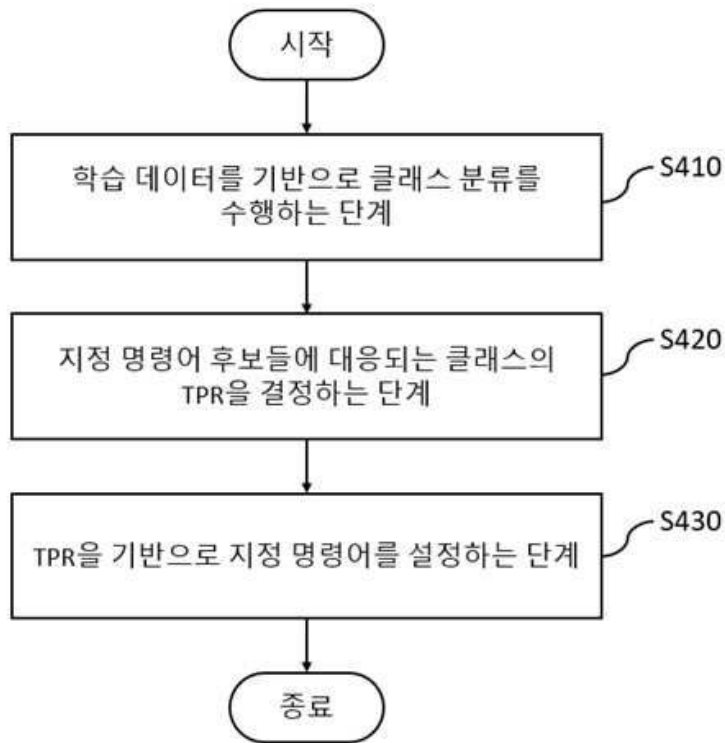
도면2



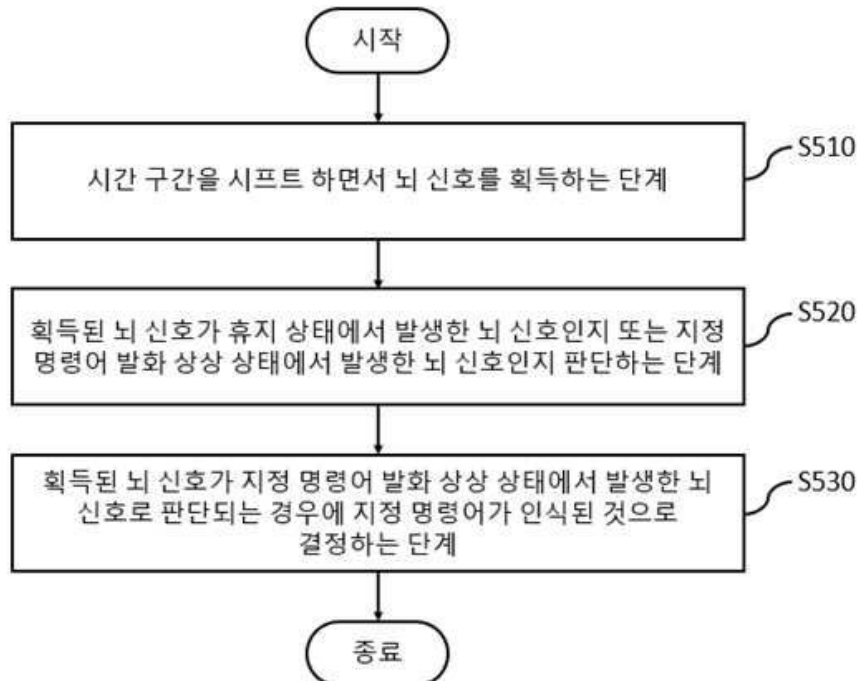
도면3



도면4



도면5



도면6

