



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0095616
(43) 공개일자 2024년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/01 (2006.01) A61B 5/369 (2021.01)
B60K 35/00 (2024.01) B60W 40/02 (2006.01)
B60W 50/00 (2006.01) B60W 50/14 (2020.01)
B60W 60/00 (2020.01) G06F 3/00 (2006.01)
G06F 3/0481 (2022.01) G06F 3/04842 (2022.01)
G06T 19/00 (2011.01)

(52) CPC특허분류

G06F 3/015 (2013.01)
A61B 5/369 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2022-0176913

(22) 출원일자 2022년12월16일

심사청구일자 2022년12월16일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)

(72) 발명자

염홍기

광주광역시 남구 회재로1293번길 7, 107동 1403호(백운동, 힐스테이트 백운)

최우성

광주광역시 남구 독립로54번길 8, 104동 404호(백운동, 백운동 벽산아파트)

(74) 대리인

특허법인지원

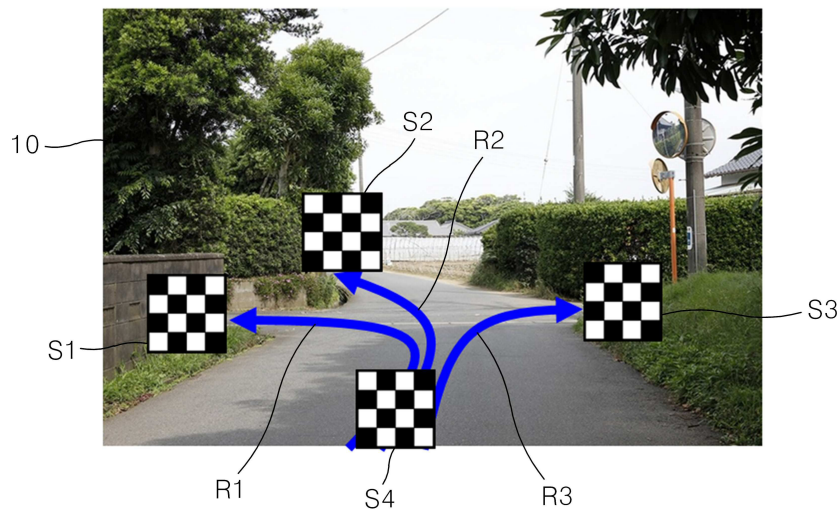
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **증강현실 기반 자율주행 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템**

(57) 요약

본 발명은 주행 가능한 경로별 시각 자극을 증강 화면에 출력하고, 각 시각 자극에 의해 발생하는 뇌 신호에 기초하여 차량의 자율주행을 제어하는 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface; BCI) 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템은 뇌 신호를 획득하는 전극, 상기 뇌 신호를 유발하는 시각 자극을 출력하는 증강현실 디스플레이, 상기 증강현실 디스플레이에서 취득된 영상에서 복수의 주행경로를 식별하고, 상기 주행경로별로 서로 다른 시각 자극을 생성하는 프로세서 및 상기 획득된 뇌 신호에 대응하는 주행경로를 따라 자율 주행하는 차량을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

B60K 35/00 (2024.01)
B60W 40/02 (2013.01)
B60W 50/14 (2013.01)
B60W 60/0013 (2020.02)
B60W 60/0053 (2020.02)
G06F 3/005 (2013.01)
G06F 3/0481 (2013.01)
G06F 3/04842 (2022.01)
G06T 19/006 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345351023
과제번호	2020R1I1A3057494
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	AI 분석 기반 뇌 신호처리 메커니즘 규명 및 뇌 신호 자동 분석 딥러닝 알고리즘 개
발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

뇌 신호를 획득하는 전극;

상기 뇌 신호를 유발하는 시각 자극을 출력하는 증강현실 디스플레이;

상기 증강현실 디스플레이에서 취득된 영상에서 복수의 주행경로를 식별하고, 상기 주행경로별로 서로 다른 시각 자극을 생성하는 프로세서; 및

상기 획득된 뇌 신호에 대응하는 주행경로를 따라 자율 주행하는 차량을 포함하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 뇌 신호는 SMR(sensorimotor rhythm), ERP(event related potential), SSEP(steady-state evoked potential) 중 적어도 하나인

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 영상은 상기 증강현실 디스플레이에 구비된 가시광 카메라 또는 라이다 센서에서 생성되는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 영상을 세그멘테이션(segmentation) 태스크를 수행하는 합성곱 신경망 모델에 입력하여 상기 복수의 주행경로를 식별하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 증강현실 디스플레이는 상기 프로세서에 의해 식별된 복수의 주행경로를 나타내는 그래픽을 더 출력하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 주행경로별로 생성된 시각 자극들이 각 주행경로 상에 표시되도록 상기 증강현실 디스플레이를 제어하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 각 주행경로별로 서로 다른 주파수로 점멸하는 시각 자극을 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 각 주행경로별로 서로 다른 문자가 점멸하는 시각 자극을 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 각 주행경로별로 서로 다른 신체부위가 표현된 시각 자극을 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 차량의 수동 제어를 위한 별도 시각 자극을 더 생성하고,

상기 차량은 상기 별도 시각 자극에 대응하는 뇌 신호에 따라 자율 주행을 중지하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 자발적 뇌 신호에 기초하여 상기 시각 자극의 출력 여부를 결정하는 출력제어신호를 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 자발적 뇌 신호가 미리 설정된 적어도 하나의 신체부위의 동작 상상에 의한 것이면 상기 출력제어신호를 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 주행 가능한 경로별 시각 자극을 증강 화면에 출력하고, 각 시각 자극에 의해 발생하는 뇌 신호에 기초하여 차량의 자율주행을 제어하는 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface; BCI) 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain Computer Interface; BCI)는 다양한 두뇌 활동 시 뇌에서 발생하는 전기신호, 즉 뇌 신호를 측정 및 분석하여 사용자의 의도를 파악하고 이에 따라 컴퓨터를 제어하는 기술이다.
- [0004] 뇌-컴퓨터 인터페이스는 사용자로 하여금 컴퓨터에 명령을 내리기 위한 임의의 동작을 수행하지 않고도 컴퓨터를 조작하게 할 수 있어, 사고나 질병에 의해 운동신경에 장애가 있는 환자들을 위해 점차 활용되고 있다.
- [0005] 특히, 뇌-컴퓨터 인터페이스는 환자가 휠체어를 스스로 제어하기 위해 활용되는데, 기존의 제어 방식에 의하면 환자가 뇌 신호를 지속적으로 발생시켜야 하는 불편함이 있다.
- [0006] 구체적으로, SMR(sensorimotor rhythm)을 이용하여 휠체어를 제어하는 경우 환자는 목적지에 도달할 때까지 계속적으로 신체 동작을 상상해야 하며, SSEP(steady-state evoked potential)를 이용하여 휠체어를 제어하는 경우 환자는 목적지에 도달할 때까지 계속적으로 점멸하는 시각 자극을 바라봐야 하는 불편함이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 주행 가능한 경로별 시각 자극을 증강 화면에 출력하고, 각 시각 자극에 의해 발생하는 뇌 신호에 기초하여 차량을 타겟 경로로 자율 주행시키는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템은 뇌 신호를 획득하는 전극, 상기 뇌 신호를 유발하는 시각 자극을 출력하는 증강현실 디스플레이, 상기 증강현실 디스플레이에서 취득된 영상에서 복수의 주행경로를 식별하고, 상기 주행경로별로 서로 다른 시각 자극을 생성하는 프로세서 및 상기 획득된 뇌 신호에 대응하는 주행경로를 따라 자율 주행하는 차량을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 뇌 신호는 SMR(sensorimotor rhythm), ERP(event related potential), SSEP(steady-state evoked potential) 중 적어도 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 영상은 상기 증강현실 디스플레이에 구비된 가시광 카메라 또는 라이다 센서에서 생성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 영상을 세그멘테이션(segmentation) 태스크를 수행하는 합성곱 신경망 모델에 입력하여 상기 복수의 주행경로를 식별하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 증강현실 디스플레이는 상기 프로세서에 의해 식별된 복수의 주행경로를 나타내는 그래픽을 더 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 주행경로별로 생성된 시각 자극들이 각 주행경로 상에 표시되도록 상기

증강현실 디스플레이를 제어하는 것을 특징으로 한다.

- [0017] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 각 주행경로별로 서로 다른 주파수로 점멸하는 시각 자극을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 각 주행경로별로 서로 다른 문자가 점멸하는 시각 자극을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 각 주행경로별로 서로 다른 신체부위가 표현된 시각 자극을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 차량의 수동 제어를 위한 별도 시각 자극을 더 생성하고, 상기 차량은 상기 별도 시각 자극에 대응하는 뇌 신호에 따라 자율 주행을 중지하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 자발적 뇌 신호에 기초하여 상기 시각 자극의 출력 여부를 결정하는 출력제어 신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 자발적 뇌 신호가 미리 설정된 적어도 하나의 신체부위의 동작 상상에 의한 것이면 상기 출력제어신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명은 주행 가능한 경로별 시각 자극에 의해 발생하는 뇌 신호에 기초하여 차량의 자율주행을 제어함으로써, 운동신경 장애 환자가 매우 편안하게 전동 휠체어를 제어할 수 있다는 장점이 있다.
- [0025] 또한, 본 발명은 자발적 뇌 신호를 이용하여 증강 화면을 온오프함으로써 지속적인 시각 자극 노출에 의한 환자의 피로도 및 스트레스를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0026] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 증강현실 기반 자율주행 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템을 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 증강현실 기반 자율주행 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 제어 흐름을 도시한 도면.
- 도 3은 도 1에 도시된 전극 모듈과 증강현실 디스플레이를 분리 도시한 도면.
- 도 4는 증강 현실 디스플레이에서 획득된 영상을 도시한 도면.
- 도 5는 도 4에 도시된 영상에서 식별된 주행경로를 도시한 도면.
- 도 6은 도 5에 도시된 각 주행경로를 나타내는 그래픽을 도시한 도면.
- 도 7 내지 도 9는 각 주행경로별로 표시되는 시각 자극들을 각각 도시한 도면.
- 도 10 및 도 11을 자발적 뇌파에 기초하여 증강 화면의 출력 여부를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 진술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.
- [0030] 본 명세서에서 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용

하는 것으로, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 제1 구성요소는 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

- [0031] 또한, 본 명세서에서 "상부 (또는 하부)" 또는 구성요소의 "상 (또는 하)"에 임의의 구성이 배치된다는 것은, 임의의 구성이 상기 구성요소의 상면 (또는 하면)에 접하여 배치되는 것뿐만 아니라, 상기 구성요소와 상기 구성요소 상에 (또는 하에) 배치된 임의의 구성 사이에 다른 구성이 개재될 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0032] 또한, 본 명세서에서 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 상기 구성요소들은 서로 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성요소 사이에 다른 구성요소가 "개재"되거나, 각 구성요소가 다른 구성요소를 통해 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0033] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0034] 또한, 본 명세서에서, "A 및/또는 B" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, A, B 또는 A 및 B를 의미하며, "C 내지 D" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, C 이상이고 D 이하인 것을 의미한다.
- [0035] 본 발명은 주행 가능한 경로별 시각 자극을 증강 화면에 출력하고, 각 시각 자극에 의해 발생하는 뇌 신호에 기초하여 차량의 자율주행을 제어하는 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface; BCI) 시스템에 관한 것이다. 이하, 도 1 내지 도 11을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템을 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 증강현실 기반 자율주행 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템을 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 증강현실 기반 자율주행 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 제어 흐름을 도시한 도면이다.
- [0037] 도 3은 도 1에 도시된 전극 모듈과 증강현실 디스플레이를 분리 도시한 도면이다.
- [0038] 도 4는 증강 현실 디스플레이에서 획득된 영상을 도시한 도면이고, 도 5는 도 4에 도시된 영상에서 식별된 주행 경로를 도시한 도면이며, 도 6은 도 5에 도시된 각 주행경로를 나타내는 그래픽을 도시한 도면이다.
- [0039] 도 7 내지 도 9는 각 주행경로별로 표시되는 시각 자극들을 각각 도시한 도면이다.
- [0040] 도 10 및 도 11을 자발적 뇌파에 기초하여 증강 화면의 출력 여부를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 도 1 및 도 2를 함께 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템(1)은 전극 모듈(100), 증강현실 디스플레이(200), 프로세서(300) 및 차량(400)을 포함할 수 있다. 다만, 도 1 및 도 2에 도시된 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템(1)은 일 실시예에 따른 것이고, 필요에 따라 일부 구성요소가 부가, 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0042] 프로세서(300)는 전극 모듈(100), 증강 현실 디스플레이 및 차량(400)과 독립적으로 구비될 수도 있고, 도 2에 도시된 것과 같이 증강현실 디스플레이(200) 내부에 구비될 수 있다. 후자의 경우, 프로세서(300)는 후술하는 동작뿐만 아니라 증강현실 디스플레이(200)를 구동하는 연산장치(computing unit)로서 기능할 수도 있다.
- [0043] 도 3을 참조하면, 일 예에서 전극 모듈(100)은 중심부가 서로 교차 연결되는 제1 및 제2 바디(120, 130)를 포함할 수 있고, 각 바디(120, 130)는 길이 확장부(140, 150)를 포함할 수 있다. 길이 확장부(140, 150)가 각 바디(120, 130) 내부로 인출입됨에 따라, 전극 모듈(100)은 사용자의 머리 크기 및 굴곡에 맞게 사용자의 머리에 밀착될 수 있다.
- [0044] 한편, 길이 확장부(140, 150)의 종단에는 결합부(160a, 160b)가 구비될 수 있고, 결합부(160a, 160b)는 증강현실 디스플레이(200)에 구비된 체결부(240a, 240b)에 각각 체결됨으로써, 전극 모듈(100)과 증강현실 디스플레이(200)는 결합될 수 있다.
- [0045] 전극 모듈(100)은 뇌 신호를 획득하는 복수의 전극(110; 110a 내지 110e)을 포함할 수 있다. 복수의 전극(110a 내지 110e)은 서로 다른 위치에서 사용자의 머리(구체적으로는 뇌 영역)에 접촉되도록, 각 바디(120, 130) 내측면에 부착 배치될 수 있고, 접촉된 부분에서 발생하는 전위차에 기초하여 뇌 신호를 획득할 수 있다.

- [0046] 한편, 본 발명에서 설명되는 뇌 신호는 두뇌 활동 시 뇌에서 발생하는 임의의 전기신호를 포함할 수 있고, 예컨대 SMR(sensorimotor rhythm), ERP(event related potential), SSEP(steady-state evoked potential) 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0047] 증강현실 디스플레이(200)는 증강 현실(Augmented Reality; AR)을 제공하기 위해, 본체(210)와, 본체(210) 전면에 구비되어 증강현실 디스플레이(200)의 전방 영상(10)을 획득하는 이미지센서(220) 및 본체(210)를 사용자의 머리에 고정하기 위한 고정부(230)를 포함할 수 있다.
- [0048] 사용자가 증강현실 디스플레이(200)를 머리에 착용하면, 본체(210)의 내측면은 사용자의 안면, 구체적으로는 두 눈에 접촉되고, 고정부(230)는 사용자의 머리 둘레를 따라 머리를 둘러싸므로써 증강현실 디스플레이(200)가 사용자의 머리에 고정될 수 있다.
- [0049] 한편, 증강현실 디스플레이(200)의 고정부(230)의 내측면에는 보조 전극이 더 포함될 수 있다. 구체적으로, 도 3에 도시된 것과 같이 다수의 보조 전극(e1 내지 e9)은 서로 다른 위치에서 사용자의 머리에 접촉되도록, 고정부(230)의 내측면에 부착 배치될 수 있고, 접촉된 부분에서 발생하는 전위차에 기초하여 뇌 신호를 획득할 수 있다.
- [0050] 전극(110) 및/또는 보조 전극에서 획득된 뇌 신호는 프로세서(300)에 제공될 수 있고, 프로세서(300)는 뇌 신호에 기초하여 동작할 수 있다. 프로세서(300)의 구체적 동작에 대해서는 후술하도록 한다.
- [0051] 증강현실 디스플레이(200)는 뇌 신호를 유발하는 시각 자극을 출력할 수 있다. 구체적으로, 증강현실 디스플레이(200)는 시각 자극을 포함하는 증강 화면(20)을 출력할 수 있다. 도면에는 도시되지 않았으나 본체(210)의 내측면에는 사용자의 두 눈에 대향하는 위치에 렌즈가 구비될 수 있고, 이미지센서(220)에 의해 획득된 영상(10)이 렌즈를 통해 출력될 수 있다. 이 때, 증강 화면(20)은 렌즈를 통해 실시간 영상(10)에 증강되어 함께 출력될 수 있고, 이에 따라 사용자는 전방의 영상(10)과 이에 증강된 증강 화면(20)을 함께 확인할 수 있다.
- [0052] 한편, 도 3에 도시된 증강현실 디스플레이(200)는 하나의 예시에 불과한 것이므로, 도 3에 도시된 것과 달리 증강현실 디스플레이(200)는 AR 글래스로 구현될 수도 있다. 이 경우, 사용자는 두 눈에 대향하는 투명 디스플레이를 통해 전방을 육안으로 확인할 수 있고, AR 글래스는 투명 디스플레이에 시각 자극을 출력할 수 있다. 이에 따라, 증강 화면(20)은 투명 디스플레이를 통해 전방 시야에 증강되어 함께 출력될 수 있다.
- [0053] 다만, 이하에서는 설명의 편의를 위해 증강현실 디스플레이(200)가 도 3에 도시된 예시, 보다 적절하게는 이미지 센서(220)를 통해 전방의 실시간 영상(10)을 획득하고, 획득된 영상(10)과 이에 오버랩(overlap)된 증강 화면(20)을 렌즈를 통해 출력하는 구조를 갖는 것으로 가정하여 설명하도록 한다.
- [0054] 차량(400)은 후술하는 프로세서(300)의 제어에 따라 주행할 수 있고, 자율 주행 기능이 탑재될 수 있다. 본 발명에서 차량(400)은 내연기관 차량, 전동 차량, 전동 휠체어 등을 포함할 수 있다. 다만, 뇌-컴퓨터 인터페이스가 운동신경에 장애가 있는 환자들을 위해 활용되는 점을 고려하여, 이하에서는 차량(400)이 도 1에 도시된 것과 같이 전동 휠체어인 것으로 가정하여 설명하도록 한다.
- [0055] 프로세서(300)는 증강현실 디스플레이(200)에서 취득된 영상(10)에서 복수의 주행경로를 식별하고, 증강현실 디스플레이(200)가 주행경로별로 서로 다른 시각 자극을 출력하도록 제어하며, 시각 자극에 따른 뇌 신호에 기초하여 차량(400)을 제어할 수 있는데, 이하 프로세서(300)의 각 동작에 대해 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0056] 먼저, 프로세서(300)는 증강현실 디스플레이(200)에서 취득된 영상(10)에서 복수의 주행경로를 식별할 수 있다.
- [0057] 앞서 설명한 것과 같이 증강현실 디스플레이(200)는 이미지센서(220)를 포함할 수 있고, 이미지센서(220)는 전방의 영상(10)을 획득할 수 있다. 일 예에서, 이미지센서(220)는 가시광 카메라로 구현될 수 있고, 이 경우 카메라에서 획득된 영상(10)은 2차원 RGB 이미지일 수 있다. 다른 예에서, 이미지센서(220)는 라이다 센서로 구현될 수 있고, 이 경우 라이다 센서에서 획득된 영상(10)은 3차원 포인트 맵(point map)일 수 있다.
- [0058] 프로세서(300)는 증강현실 디스플레이(200)에서 취득된 영상(10)에 다양한 영상(10) 처리 알고리즘을 적용하여 영상(10) 내 복수의 주행경로를 식별할 수 있으며, 예를 들어 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network; CNN)을 이용하여 주행경로를 식별할 수 있다.
- [0059] 구체적으로, 프로세서(300)는 앞서 취득된 영상(10)을 세그멘테이션(segmentation) 태스크를 수행하는 합성곱 신경망에 입력하여 복수의 주행경로를 식별할 수 있다. 이 때, 합성곱 신경망으로는 FCN(Fully Convolutional Network), U-Net, DeepLab v3+, SegNet 등이 이용될 수 있다.

- [0060] 합성곱 신경망은 영상(10)을 입력받고, 영상(10) 내 각 픽셀이 무엇인지를 나타내는 값(이하, 클래스)을 출력할 수 있다. 이를 위해, 합성곱 신경망은 미리 지도 학습(supervised learning)될 수 있다. 구체적으로, 합성곱 신경망은 학습 영상(입력 데이터)과 해당 학습 영상 내 각 픽셀의 클래스(출력 데이터)로 이루어진 훈련 데이터셋(training dataset)에 의해 지도 학습될 수 있고, 이 때 클래스는 사용자에게 의해 미리 라벨링(labeling)될 수 있다.
- [0061] 도 4 및 도 5를 함께 참조하면, 프로세서(300)는 증강현실 디스플레이(200)로부터 전방의 2차원 RGB 영상(10)을 획득할 수 있고, 해당 영상(10)을 합성곱 신경망에 입력할 수 있다. 합성곱 신경망은 영상(10) 내 각 픽셀에 대한 클래스를 출력할 수 있고, 프로세서(300)는 픽셀별로 출력된 클래스에 기초하여 영상(10) 내 주행경로(road)를 식별할 수 있다.
- [0062] 한편, 프로세서(300)는 사용자의 이용 편의를 위해 증강현실 디스플레이(200)가 각 주행경로를 나타내는 그래픽을 표시하도록 제어할 수 있다.
- [0063] 도 5 및 도 6을 함께 참조하면, 영상(10)에서 세 갈래의 주행경로(R1, R2, R3)가 식별된 경우, 프로세서(300)는 각 주행경로(R1, R2, R3)를 나타내는 그래픽(예컨대, 화살표)을 생성하여 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 제1 내지 제3 주행경로(R1, R2, R3)를 각각 나타내는 그래픽을 증강 화면(20)에 출력할 수 있다.
- [0064] 프로세서(300)는 주행경로별로 서로 다른 시각 자극을 생성할 수 있다. 여기서 시각 자극은 뇌 신호를 유발하기 위한 임의의 시각적 자극을 포함할 수 있고, 예컨대 숫자, 문자, 기호, 이미지 등으로 구성될 수 있다.
- [0065] 프로세서(300)는 주행경로별로 생성된 시각 자극들이 각 주행경로 상에 표시되도록 증강현실 디스플레이(200)를 제어할 수 있다. 도 6에 도시된 것과 같이 증강 화면(20)이 제1 내지 제3 주행경로(R1, R2, R3)를 나타내는 그래픽을 포함하는 경우, 프로세서(300)는 제1 내지 제3 주행경로(R1, R2, R3) 상에 제1 내지 제3 주행경로에 대응하는 시각 자극들이 각각 표시되도록, 증강현실 디스플레이(200)를 제어할 수 있다.
- [0066] 이하에서는 각 주행별로 생성되는 시각 자극들의 예시를 설명하도록 한다.
- [0067] 도 7을 참조하면, 프로세서(300)는 각 주행경로(R1, R2, R3)별로 서로 다른 주파수로 점멸하는 시각 자극(S1, S2, S3)을 생성할 수 있고, 증강현실 디스플레이(200)는 각 시각 자극들(S1, S2, S3)을 증강 화면(20)에 출력할 수 있다. 예컨대, 제1 주행경로(R1)에 대응하는 시각 자극(S1)은 7Hz로, 제2 주행경로(R2)에 대응하는 시각 자극(S2)은 8Hz로, 제3 주행경로(R3)에 대응하는 시각 자극(S3)은 13Hz로 점멸할 수 있다.
- [0068] 도 8을 참조하면, 프로세서(300)는 각 주행경로(R1, R2, R3)별로 서로 다른 문자가 점멸하는 시각 자극(S1, S2, S3)을 생성할 수 있고, 증강현실 디스플레이(200)는 각 시각 자극들(S1, S2, S3)을 증강 화면(20)에 출력할 수 있다. 예컨대, 제1 주행경로(R1)에 대응하는 시각 자극(S1)은 점멸하는 문자 '1', 제2 주행경로(R2)에 대응하는 시각 자극(S2)은 점멸하는 문자 '2', 제3 주행경로(R3)에 대응하는 시각 자극(S3)은 점멸하는 문자 '3'으로 출력될 수 있다. 이 때, 각 문자는 순차적으로 점멸할 수 있다.
- [0069] 도 9를 참조하면, 프로세서(300)는 각 주행경로(R1, R2, R3)별로 서로 다른 신체부위가 표현된 시각 자극(S1, S2, S3)을 생성할 수 있고, 증강현실 디스플레이(200)는 각 시각 자극들(S1, S2, S3)을 증강 화면(20)에 출력할 수 있다. 예컨대, 제1 주행경로(R1)에 대응하는 시각 자극(S1)은 왼손 이미지로, 제2 주행경로(R2)에 대응하는 시각 자극(S2)은 양손 이미지로, 제3 주행경로(R3)에 대응하는 시각 자극(S3)은 오른손 이미지로 출력될 수 있다.
- [0070] 차량(400)은 특정 시각 자극으로부터 유발된 뇌 신호에 대응하는 주행경로를 따라 자율 주행할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(300)는 전극으로부터 수집된 뇌 신호가 어떤 시각 자극에 의해 유발된 것인지 식별할 수 있고, 식별된 시각 자극에 대응하는 주행경로를 특정된 뒤, 특정된 주행경로를 따라 자율 주행하도록 차량(400)을 제어할 수 있다.
- [0071] 다시 도 7을 참조하면, 사용자는 제1 내지 제3 주행경로(R1, R2, R3) 중 이동하고자 하는 주행경로에 따라 특정 시각 자극에 주목할 수 있고, 사용자가 주목할 때 발생하는 뇌 신호(예컨대, SSEP)는 해당 시각 자극이 점멸하는 주파수에서 피크값을 가질 수 있다. 프로세서(300)는 뇌 신호의 피크값에 기초하여 해당 뇌 신호를 유발한 시각 자극과 이에 대응하는 주행경로를 식별할 수 있다. 예를 들어, 뇌 신호의 피크값이 7Hz에서 식별된 경우 프로세서(300)는 뇌 신호에 대응하는 주행경로를 제1 주행경로(R1)로 식별할 수 있다.
- [0072] 또한, 다시 도 8을 참조하면, 사용자는 제1 내지 제3 주행경로(R1, R2, R3) 중 이동하고자 하는 주행경로에 대

응하는 어느 한 시각 자극이 점등될 때, 해당 시각 자극에 주목할 수 있고, 사용자가 주목한 시각 자극에 대한 뇌 신호(예컨대, SSEP)는 다른 시각 자극에 대한 뇌 신호의 크기보다 기준값 이상 클 수 있다. 프로세서(300)는 뇌 신호의 크기에 기초하여 해당 뇌 신호를 유발한 시각 자극과 이에 대응하는 주행경로를 식별할 수 있다. 예를 들어, 뇌 신호의 크기가 제2 주행경로(R2)에 대응하는 시각 자극(S2)이 점등될 때 가장 큰 경우 프로세서(300)는 뇌 신호에 대응하는 주행경로를 제2 주행경로(R2)로 식별할 수 있다.

[0073] 또한, 다시 도 9를 참조하면, 사용자는 사용자는 제1 내지 제3 주행경로(R1, R2, R3) 중 이동하고자 하는 주행 경로에 따라 특정 시각 자극에 표현된 신체부위의 동작을 상상할 수 있다. 사용자의 동작 상상(motor imagery)에 대응하는 뇌 신호(예컨대, SMR)는 신체부위별로 정형화된 형태를 가질 수 있고, 프로세서(300)는 뇌 신호의 형태에 기초하여 해당 뇌 신호를 유발한 시각 자극과 이에 대응하는 주행경로를 식별할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(300)는 메모리(미도시)에 미리 저장된 신체부위별 뇌 신호의 형태와, 전극으로부터 수신된 뇌 신호의 형태의 일치도를 판단할 수 있고, 뇌 신호의 형태가 오른손의 동작 상상에 의한 뇌 신호와 일치하면 프로세서(300)는 뇌 신호에 대응하는 주행경로를 제3 주행경로(R3)로 식별할 수 있다.

[0074] 전술한 방법에 따라 복수의 주행경로 중 타겟 주행경로가 식별되면, 프로세서(300)는 타겟 주행경로에 대응하는 주행제어신호를 생성하고, 이를 차량(400)에 제공할 수 있다. 차량(400)은 주행제어신호에 따라 타겟 주행경로를 자율 주행할 수 있으며, 자율 주행을 위해 차량(400)에는 당해 기술분야에서 이용되는 다양한 주행 기술 및/또는 알고리즘이 적용될 수 있다.

[0075] 한편, 사용자는 자율 주행 대신 차량(400)을 수동으로 조작하고자 할 수 있다. 이를 고려하여, 프로세서(300)는 차량(400)의 수동 제어를 위한 별도 시각 자극을 더 생성하고, 차량(400)은 별도 시각 자극에 대응하는 뇌 신호에 따라 자율 주행을 중지할 수 있다.

[0076] 다시 도 7 내지 도 9를 참조하면, 프로세서(300)는 별도 시각 자극(S4)을 생성하고, 별도 시각 자극(S4)이 주행 경로가 아닌 위치, 예컨대 영상(10)에서 사용자와 가장 가까운 위치에 표시되도록 증강현실 디스플레이(200)를 제어할 수 있다. 사용자는 수동 조작을 위해서 별도 시각 자극(S4)에 주목할 수 있고, 이로 인해 발생하는 뇌 신호에 따라 프로세서(300)는 자율 주행을 중지시키는 주행제어신호를 생성할 수 있다. 해당 주행제어신호는 차량(400)에 제공될 수 있고, 차량(400)은 주행제어신호에 따라 자율 주행을 중지할 수 있다.

[0077] 별도 시각 자극(S4)은 도 7 내지 도 9에 도시된 것과 같이, 서로 다른 주파수로 점멸하는 자극이거나, 순차 점멸하는 자극이거나, 신체부위를 포함하는 자극일 수 있으며, 이들에 대응하는 뇌 신호 식별 방법에 대해서는 전술한 바 있으므로 여기서는 자세한 설명을 생략하도록 한다.

[0078] 전술한 바와 같이, 본 발명은 주행 가능한 경로별 시각 자극에 의해 발생하는 뇌 신호에 기초하여 차량(400)의 자율주행을 제어함으로써, 운동신경 장애 환자가 매우 편안하게 전동 휠체어를 제어할 수 있다는 장점이 있다.

[0079] 한편, 영상(10) 내에서 주행 가능한 경로가 식별될 때마다 증강 화면(20)에 주행경로를 나타내는 그래픽과 시각 자극들이 출력되는 경우, 사용자에게 상당한 피로감 및 스트레스를 줄 수 있다. 이를 고려하여, 프로세서(300)는 사용자의 필요에 따라 증강 화면(20)의 출력 여부를 결정할 수 있다.

[0080] 구체적으로, 프로세서(300)는 자발적 뇌 신호에 기초하여 시각 자극의 출력 여부를 결정하는 출력제어신호를 생성할 수 있다. 다시 말해, 프로세서(300)는 증강 화면(20)이나, 시각 자극에 의해 유발되는 뇌 신호가 아닌, 사용자가 자발적으로 생성하는 뇌 신호를 이용하여 시각 자극을 온오프하는 출력제어신호를 생성할 수 있다.

[0081] 일 실시예에서, 프로세서(300)는 자발적 뇌 신호가 미리 설정된 적어도 하나의 신체부위의 동작 상상에 의한 것이면 출력제어신호를 생성할 수 있다. 또한, 프로세서(300)는 자발적 뇌 신호가 미리 설정된 복수의 신체부위에 대한 순차적 동작 상상에 의한 것이면 출력제어신호를 생성할 수도 있다.

[0082] 도 10을 참조하면, 증강현실 디스플레이(200)에서 영상(10)만이 출력되고 증강 화면(20)이 출력되지 않을 때, 프로세서(300)는 사용자가 오른쪽 손의 동작을 상상할 때의 자발적 뇌 신호 또는 왼쪽 손의 동작을 상상할 때의 자발적 뇌 신호를 전극으로부터 수신할 수 있다. 이 때, 프로세서(300)는 시각 자극을 포함하는 증강 화면(20)을 온 시키는 출력제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 출력제어신호에 따라 영상(10)에 증강 화면(20)을 증강하여 출력할 수 있다.

[0083] 또한, 프로세서(300)는 사용자가 오른손 → 왼손의 동작을 순차적으로 상상할 때의 자발적 뇌 신호(a), 왼손 → 오른손의 동작을 순차적으로 상상할 때의 자발적 뇌 신호(b), 또는 왼손과 오른손의 동작을 동시에 상상할 때의 자발적 뇌 신호(c)를 전극으로부터 수신할 수 있다. 이 때에도 프로세서(300)는 시각 자극을 포함하는 증강 화

면(20)을 온 시키는 출력제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 출력제어신호에 따라 영상(10)에 증강 화면(20)을 증강하여 출력할 수 있다.

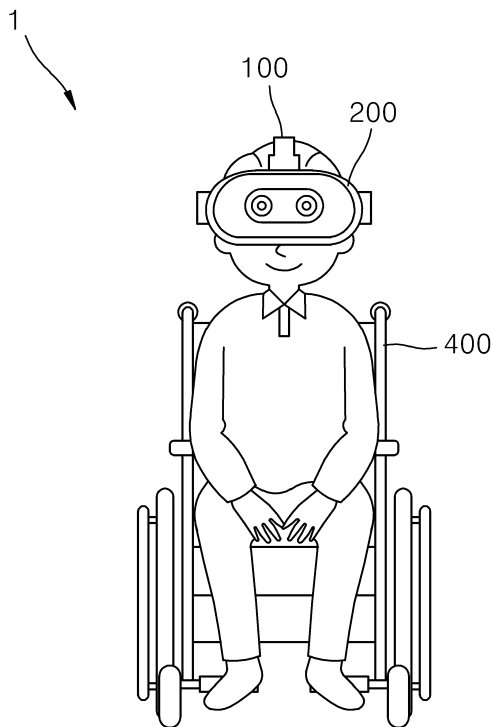
[0084] 반대로 도 11을 참조하면, 증강현실 디스플레이(200)에서 영상(10)과 증강 화면(20)이 모두 출력될 때, 프로세서(300)는 사용자가 다리의 동작을 상상할 때의 자발적 뇌 신호, 왼손과 다리의 동작을 동시에 상상할 때의 뇌 신호 또는 오른손과 다리의 동작을 동시에 상상할 때의 자발적 뇌 신호를 전극으로부터 수신할 수 있다. 이 때, 프로세서(300)는 증강 화면(20)을 오프시키는 출력제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 출력제어신호에 따라 증강 화면(20)의 출력을 중지할 수 있고, 이에 따라 증강현실 디스플레이(200)에서는 영상(10)만이 출력될 수 있다.

[0085] 전술한 바와 같이, 본 발명은 자발적 뇌 신호를 이용하여 증강 화면(20)을 온오프함으로써 지속적인 시각 자극 노출에 의한 환자의 피로도 및 스트레스를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0086] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

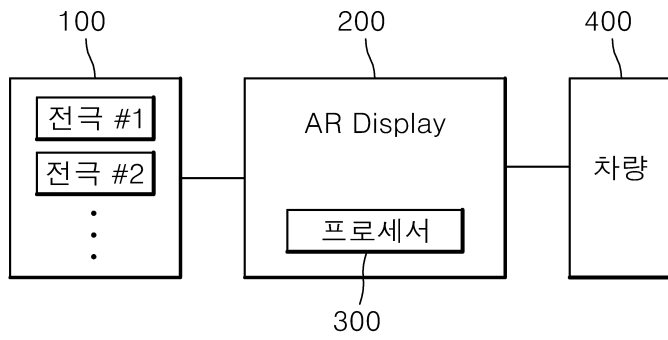
도면

도면1

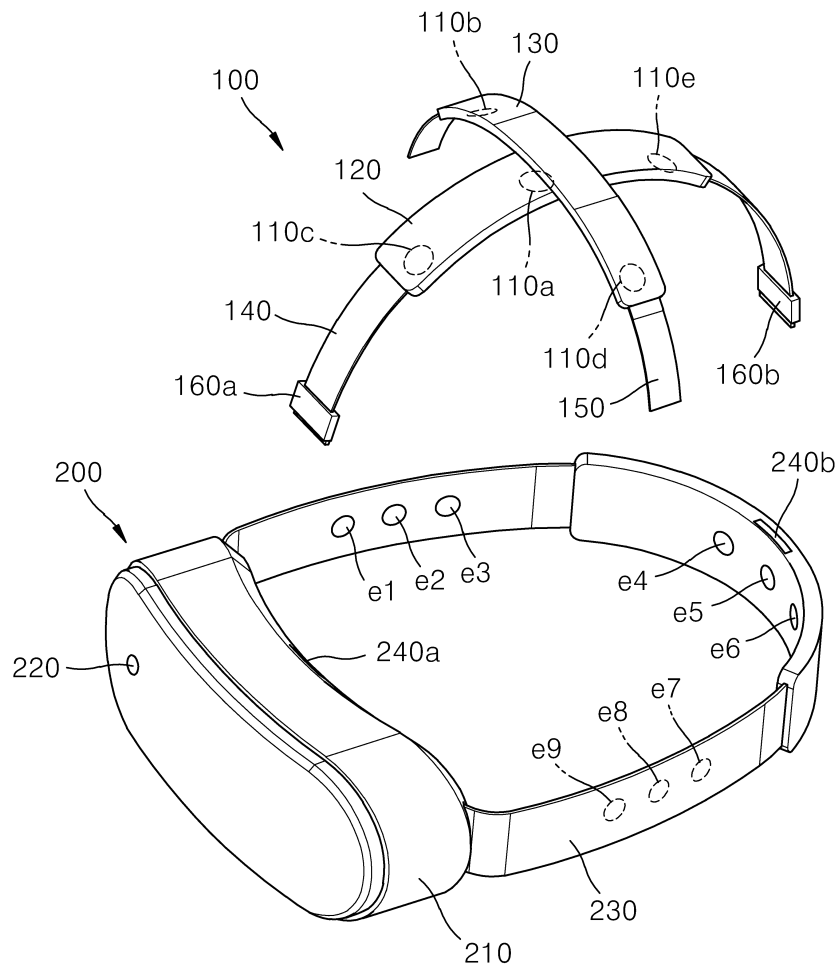


도면2

1



도면3



도면4

10

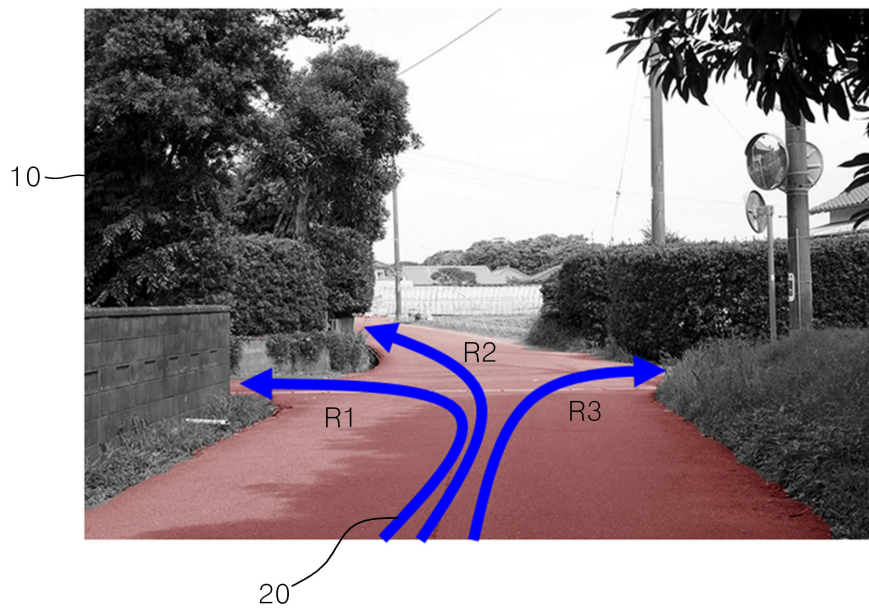


도면5

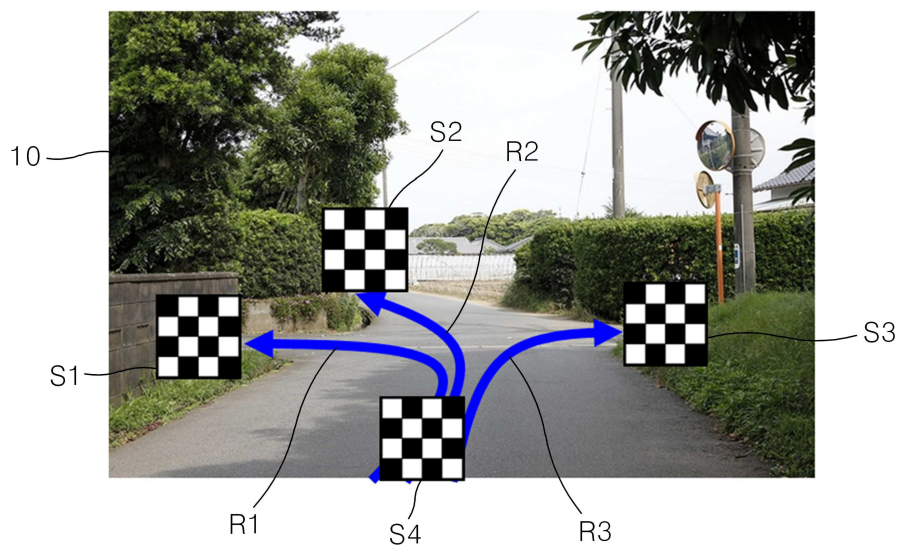
10



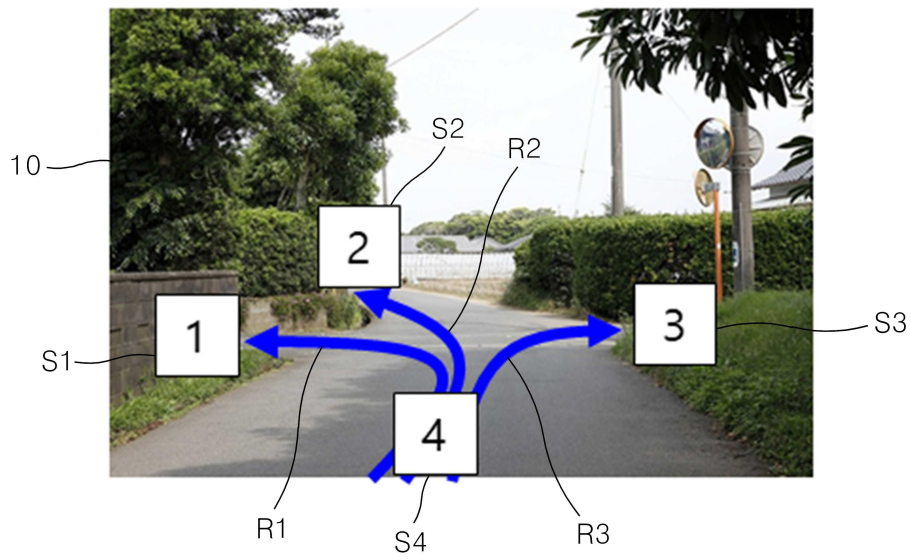
도면6



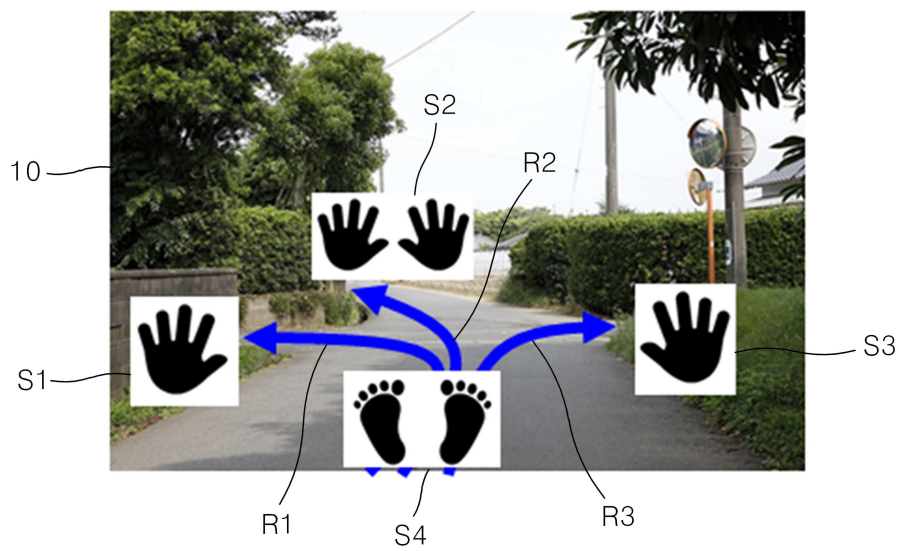
도면7



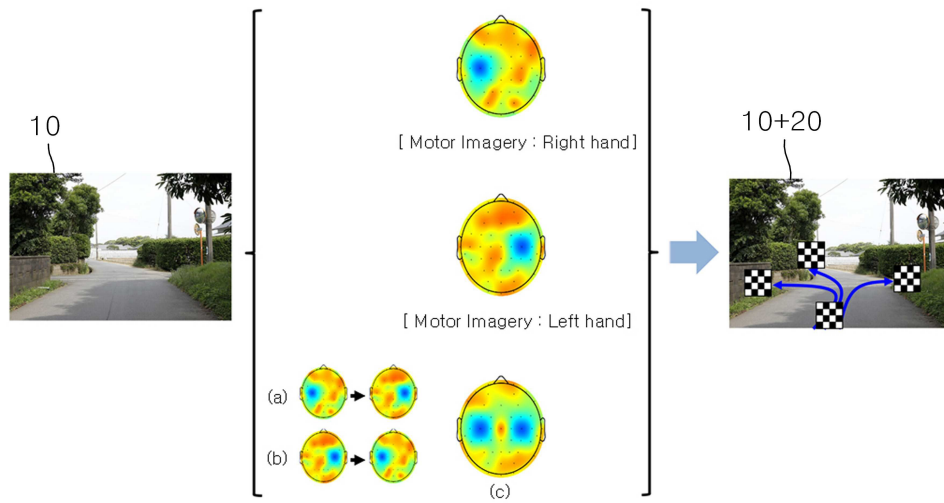
도면8



도면9



도면10



도면11

