



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0078347
(43) 공개일자 2023년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/16 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/372 (2021.01) G06V 40/16 (2022.01)
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/50 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/16 (2020.05)
A61B 5/372 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2021-0166035

(22) 출원일자 2021년11월26일

심사청구일자 2021년11월26일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

부산대학교 산학협력단

부산광역시 금정구 부산대로63번길 2 (장전동, 부산대학교)

서울대학교병원

서울특별시 종로구 대학로 101(연건동)

(72) 발명자

김성필

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

정재현

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유한)아이시스

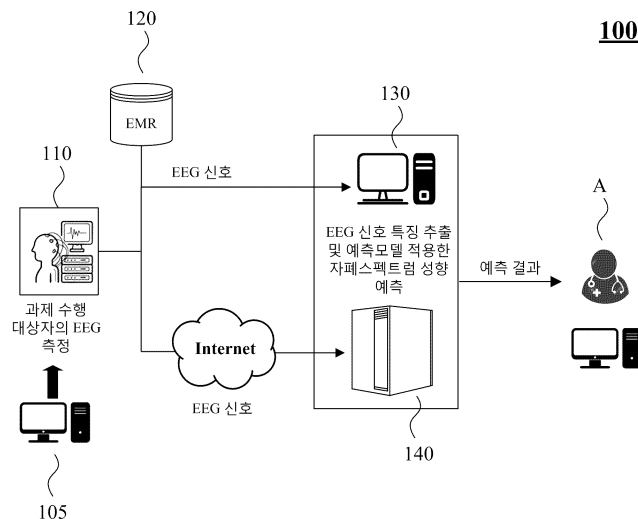
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법 및 분석장치

(57) 요약

뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법은 분석장치가 대상자가 특정 과제를 수행하는 동안 측정한 뇌파 신호를 입력받는 단계, 상기 분석장치가 상기 뇌파 신호에서 주파수 대역별로 특징을 추출하는 단계 및 상기 분석장치가 상기 특징을 사전에 구축한 예측 모델에 입력하여 상기 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 단계를 포함한다. 상기 예측 모델은 자폐스펙트럼 성향을 갖는 그룹에 대하여 상기 특정 과제를 수행하면서 획득한 뇌파 신호를 이용하여 뇌파의 특징과 자폐스펙트럼 성향과의 연관 관계가 사전에 결정된 모델이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/7246 (2013.01)
A61B 5/7264 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
G06V 40/169 (2022.01)
G06V 40/174 (2022.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/50 (2018.01)

(72) 발명자

설선헤

경상남도 양산시 원동면 외화중리길 12-20

박효주

경상남도 사천시 정동면 복상2길 81-1

김봉년

서울특별시 서초구 방배천로18길 11, 109동 804호
 (방배동, 방배롯데캐슬아르떼)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711128980
과제번호	2020M3E5D9080787
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	뇌질환극복연구사업(R&D)
연구과제명	디지털표현형, 다중신경영상, 오믹스 통합 바이오마커와 핵심임상자료를 활용한 신
경발달장애의 정밀진단 및	예후예측 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울대학교병원
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

분석장치가 대상자가 특정 과제를 수행하는 동안 측정된 뇌파 신호를 입력받는 단계;

상기 분석장치가 상기 뇌파 신호에서 주파수 대역별로 특징을 추출하는 단계; 및

상기 분석장치가 상기 특징을 사전에 구축한 예측 모델에 입력하여 상기 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 단계를 포함하되,

상기 예측 모델은 자폐스펙트럼 성향을 갖는 그룹에 대하여 상기 특정 과제를 수행하면서 획득한 뇌파 신호를 이용하여 뇌파의 특징과 자폐스펙트럼 성향과의 연관 관계가 사전에 결정된 모델인 뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 특정 과제는 동조 과제, 얼굴 표정 지각 과제 및 공통 주의 과제 중 적어도 하나인 뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 동조 과제는 1차 평정 과정 및 2차 평정 과정을 포함하고,

상기 1차 평정 과정은 화면에 임의의 그림을 화면에 출력하고, 상기 대상자가 상기 그림을 평가한 결과와 다른 사람들이 평가한 결과를 제시하는 과정을 포함하고,

상기 2차 평정 과정은 상기 대상자가 상기 그림을 다시 평가하는 과정을 포함하는 뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 얼굴 표정 지각 과제는 화면에 무표정한 얼굴에서 다른 감정들을 나타내는 얼굴 표정을 출력하면서, 상기 대상자로부터 현재 느껴지는 감정을 선택받는 과정을 포함하는 뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 공통 주의 과제는 화면에 정면을 바라보는 얼굴을 출력하고, 일정한 시간 동안 일정 방향의 시선으로 변경되는 얼굴을 출력하고, 서로 다른 일정 SOA (Stimulus onset asynchrony)만큼 간격들로 목표 원형 자극을 출력하면서 상기 대상자로부터 상기 일정 방향의 시선과 상기 목표 원형 자극이 일치하는지 여부에 대한 피드백을 받는 과정을 포함하는 뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법.

청구항 6

대상자가 특정 과제를 수행하는 동안 측정된 뇌파 신호를 입력받는 입력장치;

자폐스펙트럼 성향을 갖는 그룹에 대하여 상기 특정 과제를 수행하면서 획득한 뇌파 신호를 이용하여 뇌파의 특징과 자폐스펙트럼 성향과의 연관 관계가 결정된 예측 모델을 저장하는 저장장치; 및

상기 뇌파 신호에서 주파수 대역별로 특징을 추출하고, 상기 특징을 상기 예측 모델에 입력하여 상기 대상자에

대한 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 연산장치를 포함하는 뇌파 신호를 이용하여 개인의 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 특정 과제는 동조 과제, 얼굴 표정 지각 과제 및 공통 주의 과제 중 적어도 하나인 뇌파 신호를 이용하여 개인의 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 동조 과제는 1차 평정 과정 및 2차 평정 과정을 포함하고,

상기 1차 평정 과제는 화면에 임의의 그림을 화면에 출력하고, 상기 대상자가 상기 그림을 평가한 결과와 다른 사람들이 평가한 결과를 제시하는 과정을 포함하고,

상기 2차 평정 과제는 상기 대상자가 상기 그림을 다시 평가하는 과정을 포함하는 뇌파 신호를 이용하여 개인의 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 얼굴 표정 지각 과제는 화면에 무표정한 얼굴에서 다른 감정들을 나타내는 얼굴 표정을 출력하면서, 상기 대상자로부터 현재 느껴지는 감정을 선택받는 과정을 포함하는 뇌파 신호를 이용하여 개인의 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 공통 주의 과제는 화면에 정면을 바라보는 얼굴을 출력하고, 일정한 시간 동안 일정 방향의 시선으로 변경되는 얼굴을 출력하고, 서로 다른 일정 SOA (Stimulus onset asynchrony)만큼 간격들로 목표 원형 자극을 출력하면서 상기 대상자로부터 상기 일정 방향의 시선과 상기 목표 원형 자극이 일치하는지 여부에 대한 피드백을 받는 과정을 포함하는 뇌파 신호를 이용하여 개인의 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 뇌파 신호를 이용하여 일반인의 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자폐스펙트럼 장애 (Autism Spectrum disorder, ASD)는 사회적 의사소통 및 상호작용의 지속적인 결함과 반복적인 행동을 특징으로 하는 신경 발달 장애이다. 자폐적 성향은 연속체로 존재한다는 가설이 점점 더 많은 관심과 지지를 받고 있는데, 이는 정상인 일반인도 어느 정도 자폐 특성을 보인다는 것을 의미한다. 자폐스펙트럼 가설을 조사하기 위한 가장 널리 알려진 임상적 도구 중 하나는 AQ (Autism-Spectrum Quotient)이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0031496호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 종래 AQ 검사만으로는 일반인의 자폐스펙트럼 성향을 사용 혹은 해석이 어렵다. 뇌파를 이용한 자폐스펙트럼 장애를 분류하는 기술이 연구되었지만, 종래 기술은 안정상태의 뇌파를 기준으로 대상자가 자폐 환자와 정상인 일반인을 분류하는 기술이었다.

[0005] 이하 설명하는 기술은 자폐스펙트럼 장애는 기본적으로 사회적 인지 기능의 장애를 수반한다는 점에 착안하여 사회적 인지 기능을 검사하는 과제를 수행하는 대상자의 뇌파를 이용하여 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 기법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 뇌파 신호를 이용한 개인의 자폐스펙트럼 성향 예측 방법은 분석장치가 대상자가 특정 과제를 수행하는 동안 측정된 뇌파 신호를 입력받는 단계, 상기 분석장치가 상기 뇌파 신호에서 주파수 대역별로 특징을 추출하는 단계 및 상기 분석장치가 상기 특징을 사전에 구축한 예측 모델에 입력하여 상기 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 단계를 포함한다.

[0007] 뇌파 신호를 이용하여 개인의 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치는 대상자가 특정 과제를 수행하는 동안 측정된 뇌파 신호를 입력받는 입력장치, 자폐스펙트럼 성향을 갖는 그룹에 대하여 상기 특정 과제를 수행하면서 획득한 뇌파 신호를 이용하여 뇌파의 특징과 자폐스펙트럼 성향과의 연관 관계가 결정된 예측 모델을 저장하는 저장장치 및 상기 뇌파 신호에서 주파수 대역별로 특징을 추출하고, 상기 특징을 상기 예측 모델에 입력하여 상기 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 연산장치를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 이하 설명하는 기술은 서로 다른 사회인지 능력을 평가하는 과제를 종합적으로 사용하여 일반인 대상으로 자폐스펙트럼 성향을 예측할 수 있다. 이하 설명하는 기술은 일반인 대상으로 자폐스펙트럼 성향 정도를 객관적으로 평가할 수 있는 모델을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 뇌파 기반 자폐스펙트럼 성향 예측 시스템에 대한 예이다.
 도 2는 뇌파 기반 자폐스펙트럼 성향 예측 모델을 구축하는 과정에 대한 예이다.
 도 3은 동조 과제 수행 과정에 대한 예이다.
 도 4는 얼굴 표정 지각 과제 수행 과정에 대한 예이다.
 도 5는 공통 주의 과제 수행 과정에 대한 예이다.
 도 6은 뇌파 기반 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치에 대한 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하 설명하는 기술은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0011] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0012] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함

하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설명된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0013] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

[0014] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0016] 이하 분석장치가 일정한 예측모델을 이용하여 대상자의 뇌파 신호(EEG 신호)를 분석한다고 설명한다. 분석장치는 현재 대상자의 뇌파 신호를 기준으로 대상자의 자폐스펙트럼 성향을 예측할 수 있다. 분석 장치는 데이터 처리가 가능한 다양한 장치로 구현될 수 있다. 예컨대, 분석 장치는 PC, 네트워크상의 서버, 스마트 기기, 전용 프로그램이 임베딩된 칩셋 등으로 구현될 수 있다.

[0018] 도 1은 뇌파 기반 자폐스펙트럼 성향 예측 시스템(100)에 대한 예이다. 도 1에서 분석장치는 컴퓨터 단말(130) 및 서버(140)인 예를 도시하였다.

[0019] 뇌파 측정 장치(110)는 대상자의 뇌파(EEG) 신호를 측정한다. 대상자는 일정한 과제를 수행하고, 뇌파 측정 장치(110)는 대상자가 해당 과제를 수행하는 동안 뇌파를 측정한다. 대상자의 EEG 신호는 EMR(Electronic Medical Record, 120)에 저장될 수 있다.

[0020] 한편, 별도의 컴퓨터 장치(105)가 특정 과제를 제시하고 대상자로부터 피드백을 받을 수 있다. 또는 뇌파 측정 장치(110)가 일정한 과제를 제시하고 사용자로부터 입력을 받는 일체형 장치일 수도 있다.

[0021] 도 1에서 사용자(A)는 컴퓨터 단말(130)을 이용하여 대상자의 EEG 신호를 이용하여 자폐스펙트럼 성향을 예측할 수 있다. 컴퓨터 단말(130)은 대상자의 EEG 신호를 입력받는다. 컴퓨터 단말(130)은 유선 또는 무선 네트워크를 통해 뇌파 측정 장치(110) 또는 EMR(120)로부터 EEG 신호를 입력받을 수 있다. 경우에 따라 컴퓨터 단말(130)은 뇌파 측정 장치(110)와 물리적으로 연결된 장치일 수도 있다.

[0022] 컴퓨터 단말(130)은 대상자의 EEG 신호를 일정하게 전처리할 수 있다. 컴퓨터 단말(130)은 EEG 신호에서 EEG 신호 특징을 추출하고, 사전에 마련한 예측 모델을 이용하여 EEG 신호 특징을 기준으로 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측할 수 있다. 상세한 분석 과정은 후술한다. 사용자 A는 분석 결과를 확인할 수 있다.

[0023] 서버(140)는 뇌파 측정 장치(110) 또는 EMR(120)로부터 대상자의 EEG 신호를 수신할 수 있다. 서버(140)는 대상자의 EEG 신호를 일정하게 처리할 수 있다. 서버(140)는 EEG 신호에서 EEG 신호 특징을 추출하고, 사전에 마련한 예측 모델을 이용하여 EEG 신호 특징을 기준으로 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측할 수 있다. 상세한 분석 과정은 후술한다. 서버(140)는 분석 결과는 사용자 A의 단말에 전송할 수 있다. 사용자 A는 분석 결과를 확인할 수 있다.

[0024] 컴퓨터 단말(130) 또는 서버(140)는 대상자가 과제를 수행하면서 입력한 정보를 사용하는 것이 아니고, 대상자가 해당 과제를 수행하는 동안 발생하는 뇌파 데이터를 분석 대상으로 삼는다. 컴퓨터 단말(130) 및/또는 서버(140)는 분석 결과를 EMR(120)에 저장할 수도 있다.

[0026] 도 2는 뇌파 기반 자폐스펙트럼 성향 예측 모델을 구축하는 과정(200)에 대한 예이다. 예측 모델 구축 과정은 분석장치가 아닌 별도의 컴퓨터 장치를 통해 수행할 수도 있다. 이하 컴퓨터 장치가 예측 모델을 구축한다고 가정한다.

- [0027] 먼저, 뇌파 측정 장치가 전술한 과제를 수행하는 대상자의 뇌파를 기록한다(210). 과제는 동조 과제, 얼굴 표정 지각 과제 및 공통 주의 과제 중 적어도 하나이다. 각 과제에 대한 상세한 내용은 후술한다.
- [0028] 컴퓨터 장치는 과제를 수행하는 동안 측정된 대상자의 뇌파 신호(EEG 신호)를 입력받는다. 이때 뇌파 데이터는 동조 과제, 얼굴 표정 지각 과제 및 공통 주의 과제 중 적어도 하나를 수행하면서 측정된 데이터일 수 있다. 즉, 모델 구축에 사용하는 뇌파 데이터는 특정 과제 또는 복수의 과제를 수행하면서 측정된 데이터를 이용할 수 있다.
- [0029] 컴퓨터 장치는 뇌파 신호를 일정하게 전처리할 수 있다(220). 뇌파 신호 전처리는 EEG 신호 처리에서 활용되는 다양한 전처리 과정 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예컨대, 컴퓨터 장치는 먼저 획득한 뇌파 신호에서 특정 주파수 대역(1~100Hz)의 신호를 필터링할 수 있다. 컴퓨터 장치는 뇌파 신호에 포함된 잡음을 제거할 수 있다. 예컨대, 컴퓨터 장치는 ICA(independent component analysis)를 이용하여 신호에 포함된 안전도 신호, 근전도 신호, 심전도 신호와 같은 신호를 제거할 수 있다.
- [0030] 이후 컴퓨터 장치는 뇌파 신호에서 일정한 특징을 추출할 수 있다(230). 먼저, 컴퓨터 장치는 특징 추출 단위가 되는 일정한 길이의 신호 단편(epoch)을 추출할 수 있다. 단편의 길이는 실험 환경이나 데이터의 크기 등을 고려하여 결정될 수 있다. 이후 컴퓨터 장치는 뇌파 신호를 주파수 대역으로 변환(Fast Fourier Transform)하고, 주파수 대역별로 신호를 구분할 수 있다. 예컨대, 컴퓨터 장치는 델타, 세타, 알파, 베타 및 감마 대역별로 신호의 특징을 추출할 수 있다.
- [0031] 한편, 모델 구축 과정은 일반적으로 다수의 대상자들로부터 획득한 뇌파 신호를 이용한다. 따라서, 컴퓨터 장치는 개별 대상자 간의 뇌파 신호를 일정하게 정규화할 수도 있다.
- [0032] 컴퓨터 장치는 추출한 특징을 선택하고, 해당 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 나타내는 정보를 이용하여 회귀분석을 할 수 있다(240). 자폐스펙트럼 성향을 나타내는 정보는 사전에 해당 대상자를 대상으로 수행된 검사 결과일 수 있다. 자폐스펙트럼 경우 일반적으로 AQ (Autism-Spectrum Quotient) 검사를 사용하여 자폐스펙트럼 성향에 대한 평가를 할 수 있다. 연구자도 AQ 검사 결과를 레퍼런스 정보로 활용하였다. 컴퓨터 장치는 피험자 뇌파의 주파수 특징을 단계적 변수 선택법이 적용된 선형 모델을 도출할 수 있다.
- [0033] 이 과정을 통하여 컴퓨터 장치는 특정 과제를 수행하는 대상자의 뇌파 신호를 이용하여 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 예측 모델(다중 선형 회귀 모델)을 구축할 수 있다.
- [0034] 나아가, 예측 모델은 다른 기법이 활용될 수도 있다. 예컨대, 예측 모델을 SVM(support vector machine), 딥러닝 모델 등과 같은 기계학습모델을 통해 구축될 수도 있다.
- [0036] 전술한 자폐스펙트럼 성향 예측 모델을 구축하는 과정에서 대상자는 일정한 과제를 수행한다. 뇌파 측정 장치는 해당 과제를 수행하는 대상자의 뇌파를 측정한다. 과제는 화면에 표시되는 일정한 콘텐츠에 대한 대상자의 반응이나 평가를 피드백 받는 형태로 진행된다. 과제는 뇌파 측정 장치 또는 별도의 컴퓨터 장치를 통해 제공될 수 있다. 이하 별도의 컴퓨터 장치가 일정한 과제를 제공한다고 가정한다.
- [0037] 연구자가 사용한 과제에 대하여 설명한다. 물론, 특정 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 과정에서도 뇌파 측정 장치는 동일한 과제를 수행하는 대상자의 뇌파를 측정하게 된다.
- [0038] 도 3 내지 도 5에서 3가지 과제에 대하여 설명한다. 도 3 내지 도 5에서 검은색 또는 흰색 사각형은 화면에 표시되는 화면을 나타낸다. 다수의 화면들은 위에서 아래 방향으로 시간의 순서에 따른 진행 과정에 해당한다.
- [0039] 도 3은 동조 과제 수행 과정에 대한 예이다. 동조 과제는 2 단계의 과제로 구성된다. 도 3(A)는 1차 평정에 대한 예이고, 도 3(B)는 2차 평정에 대한 예이다. 동조 과제는 1차 평정에 비해 2차 평정에서 다수의 평가에 일치하는 방향으로 개인의 의견이 조정되는 동조 효과를 보기 위한 과제이다. 자폐 성향이 강할수록 동조 효과가 감소한다.
- [0040] 도 3(A)를 살펴보면, 컴퓨터 장치는 1차 평정에서 화면에 고정 점(fixation)을 0.5초 제시하고, 특정 그림을 화면 중앙에 1초(1s) 제시한다. 고정 점은 대상자의 시선을 고정하기 위한 지점을 말한다. 그림은 다수의 그림 후보 중 임의의 그림이 표시될 수 있다. 이후 컴퓨터 장치는 대상자로부터 제시된 그림에 대한 평가 점수를 입력받는다. 여기서 평가는 그림을 잘 그렸는지 또는 못 그렸는지에 대한 평가를 의미하며, 일정한 점수 체계를 사용하여 평가될 수 있다. 연구자는 키보드로 1 ~ 10 사이의 점수를 입력하도록 하였다. 이후 컴퓨터 장치는 화면

에 대상자가 매긴 점수를 2초 보여준 후 그룹(다수)의 평가를 3초 보여주고, 마지막으로 자신과 다수의 평가를 한꺼번에 3초 보여준다. 그룹 평가 점수는 다수의 사람들이 평가한 점수의 평균 내지 중앙값일 수 있다.

[0041] 도 3(B)를 살펴보면, 2차 평정에서 대상자는 다시 자신이 점수를 매긴 그림에 대하여 다시 한번 점수를 입력하게 된다. 컴퓨터 장치는 화면에 먼저 고정 점(fixation)을 0.5초 제시하고, 1차 평정에 사용한 동일 그림을 화면 중앙에 1초(1s) 제시하고, 마지막으로 대상자의 평가를 입력받는다.

[0043] 도 4는 얼굴 표정 지각 과제 수행 과정에 대한 예이다. 얼굴 표정 지각 과제는 정서 강도가 점진적으로 변화하는 얼굴 표정을 보면서 정서가 느껴지는 지점에 반응하고 해당 정서를 명명하는 과제이다. 자폐 성향이 강할수록 얼굴 표정에 대한 민감도 감소한다.

[0044] 과제 진행은 다음과 같다. 먼저, 컴퓨터 장치는 화면에 해당 과제 수행에 대한 내용을 설명하는 정보가 출력할 수 있다. 컴퓨터 장치는 고정 점을 0.5초 제시하고 무표정에서 극한의 표정까지 변화하는 얼굴 26개를 0.3초씩 제시한다. 연구자는 실험에서 6가지의 감정 (공포, 슬픔, 놀람, 기쁨, 분노, 역겨움)에 대한 얼굴 표정을 각 성별(남성 및 여성)에 대하여 5번씩 반복되어 제시하였다(총 60번 시 행). 이 과정에서 컴퓨터 장치는 대상자로부터 정서가 느껴지는 표정에 대한 선택을 입력받았다. 대상자는 정서가 느껴지는 시점에 스페이스바를 누르고 6가지 중에 어떤 정서를 탐지했는지 숫자 키로 입력하는 방식으로 감정을 선택할 수 있다.

[0046] 도 5는 공통 주의 과제 수행 과정에 대한 예이다. 공통 주의 과제는 시선과 일치하는 위치의 자극을 더 빠르고 정확하게 탐지하는 공통 주의 효과를 능력을 평가하는 과제이다. 자폐 성향이 강할수록 시선 정보에 덜 민감하게 반응하여 공통 주의 효과가 감소한다.

[0047] 과제 진행은 다음과 같다. 컴퓨터 장치는 고정 점을 1초 제시하고 정면을 바라보는 얼굴이 2초 제시한다. 컴퓨터 장치는 화면에 표시되는 얼굴의 시선이 0.34초 동안 서서히 움직이고, SOA (Stimulus onset asynchrony)만큼 간격을 주고 목표 원형 자극 제시한다. 도 5는 목표 원형 자극을 색상이 있는 점으로 표시하였다. 컴퓨터 장치는 대상자로부터 얼굴의 시선과 목표 자극이 일치 또는 불일치하는지에 대한 선택을 입력받는다. 목표 원형 자극은 정답과 오답으로 각각 주어질 수 있다. 연구자는 실험에서 SOA는 0.25초, 0.5초 및 0.75초로 설정하여 각각 10번씩 반복하여 전체 목표 원형 자극을 60회 제시하면서 대상자 피드백을 받았다. 대상자로부터 선택이 입력되면, 컴퓨터 장치는 목표 자극을 제거하고, 현재 시선 자극을 2초 제시한 후 0.34초 동안 다시 정면 시선으로 돌아가게 한다. 마지막으로 컴퓨터 장치는 정면 시선을 1초 동안 제시한다.

[0049] 도 6은 뇌파 기반 자폐스펙트럼 성향을 예측하는 분석장치(300)에 대한 예이다. 분석장치(300)는 전술한 분석장치(도 1의 130 및 140)에 해당한다. 분석장치(300)는 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예컨대, 분석장치(300)는 PC와 같은 컴퓨터 장치, 네트워크의 서버, 데이터 처리 전용 칩셋 등의 형태를 가질 수 있다.

[0050] 먼저, 뇌파 측정 장치가 대상자가 일정한 과제(동조 과제, 얼굴 표정 지각 과제 및 공통 주의 과제 중 적어도 하나)를 수행하는 과정의 뇌파를 측정한다. 과제 수행 과정은 도 3 내지 도 5에서 설명한 바와 같다.

[0051] 분석장치(300)는 저장장치(310), 메모리(320), 연산장치(330), 인터페이스 장치(340), 통신장치(350) 및 출력장치(360)를 포함할 수 있다.

[0052] 저장장치(310)는 전술한 예측 모델(회귀 분석 모델 또는 기타 다른 기계 학습 모델)을 저장할 수 있다.

[0053] 저장장치(310)는 대상자의 EEG 신호를 저장할 수 있다.

[0054] 저장장치(310)는 대상자의 EEG 데이터를 처리하는 프로그램 내지 코드를 저장할 수 있다.

[0055] 저장장치(310)는 분석 결과를 저장할 수 있다.

[0056] 메모리(320)는 분석장치(300)가 EEG 신호를 처리하는 과정, 예측 모델을 이용하여 자폐스펙트럼 성향을 평가하는 과정에서 생성되는 데이터 및 정보 등을 저장할 수 있다.

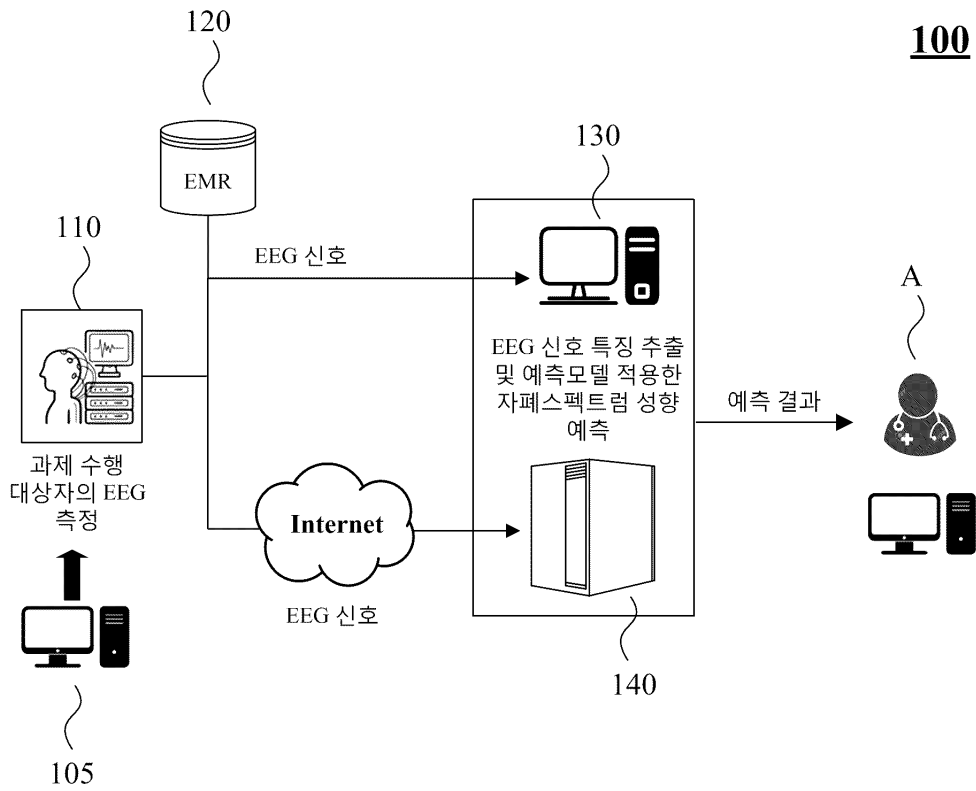
[0057] 인터페이스 장치(340)는 외부로부터 일정한 명령 및 데이터를 입력받는 장치이다. 인터페이스 장치(340)는 물리적으로 연결된 입력 장치 또는 외부 저장장치로부터 분석 대상의 EEG 신호를 입력받을 수 있다. 이때 EEG 신호는 전술한 과제(동조 과제, 얼굴 표정 지각 과제 및 공통 주의 과제 중 적어도 하나)를 수행하면서 측정한 것이

다. 인터페이스 장치(340)는 분석 결과를 외부 객체에 전달할 수도 있다.

- [0058] 통신장치(350)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 일정한 정보를 수신하고 전송하는 구성을 의미한다. 통신장치(350)는 외부 객체로부터 분석 대상의 동적 EEG 신호를 수신할 수 있다. 또는 통신장치(350)는 분석 결과를 사용자 단말과 같은 외부 객체에 송신할 수도 있다.
- [0059] 인터페이스 장치(340) 및 통신장치(350)는 사용자 또는 다른 물리적 객체로부터 일정한 데이터를 주고받는 구성이므로, 포괄적으로 입출력장치라고도 명명할 수 있다. EEG 신호를 입력받는 기능에 한정하면 인터페이스 장치(340) 및 통신장치(350)는 입력장치라고 할 수도 있다.
- [0060] 출력장치(360)는 일정한 정보를 출력하는 장치이다. 출력장치(360)는 데이터 처리 과정에 필요한 인터페이스, 분석 결과 등을 출력할 수 있다.
- [0061] 연산 장치(330)는 저장장치(310)에 저장된 명령어 내지 프로그램 코드를 이용하여 대상자의 EEG 신호를 입력받아 대상자의 자폐스펙트럼 성향을 평가할 수 있다.
- [0062] 연산 장치(330)는 전술한 과정 및 해당 프로그램을 이용하여 EEG 신호를 일정하게 전처리하고, 주파수 대역별로 특징을 추출할 수 있다. 신호 처리 및 주파수 대역별 특징 추출은 도 2에서 설명한 과정과 동일 내지 유사하다.
- [0063] 연산 장치(330)는 추출한 주파수 대역별 특징들을 사전에 구축한 예측 모델에 입력하여 해당 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향을 예측할 수 있다. 예측 모델은 대상자에 대한 자폐스펙트럼 성향 확률값을 출력할 수 있다. 연산 장치(330)는 사전에 설정된 임계값과 예측 모델을 출력값을 비교하여 해당 대상자의 자폐스펙트럼 성향(정상 또는 비정상)을 결정할 수 있다.
- [0064] 연산 장치(330)는 데이터를 처리하고, 일정한 연산을 처리하는 프로세서, AP, 프로그램이 임베디드된 칩과 같은 장치일 수 있다.
- [0066] 또한, 상술한 바와 같은 뇌파 처리 방법, 뇌파 기반 예측 모델 구축 방법, 예측 모델을 이용한 자폐스펙트럼 성향 예측 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0067] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM(read-only memory), PROM(programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0068] 일시적 판독 가능 매체는 스테틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(Synclink DRAM, SLDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.
- [0069] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

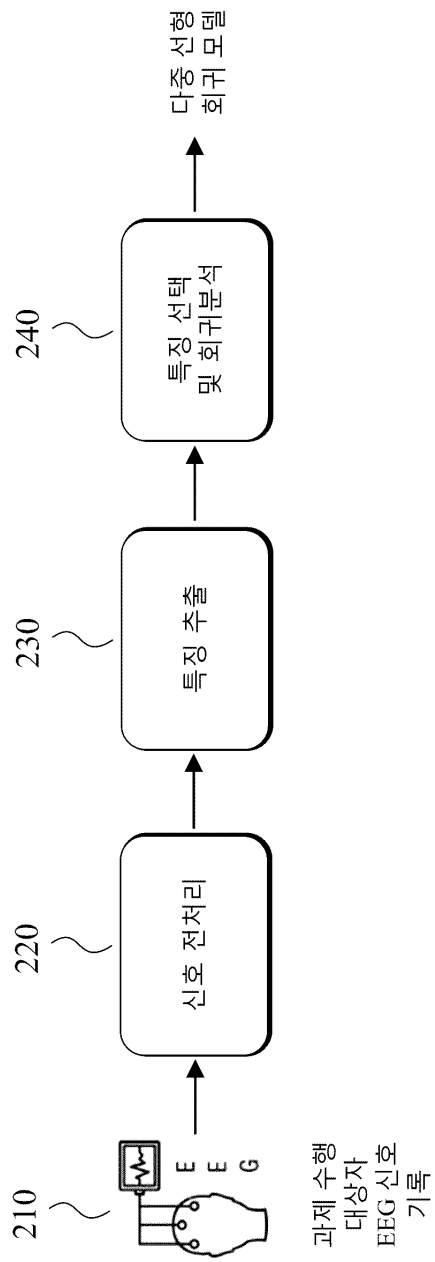
도면

도면1

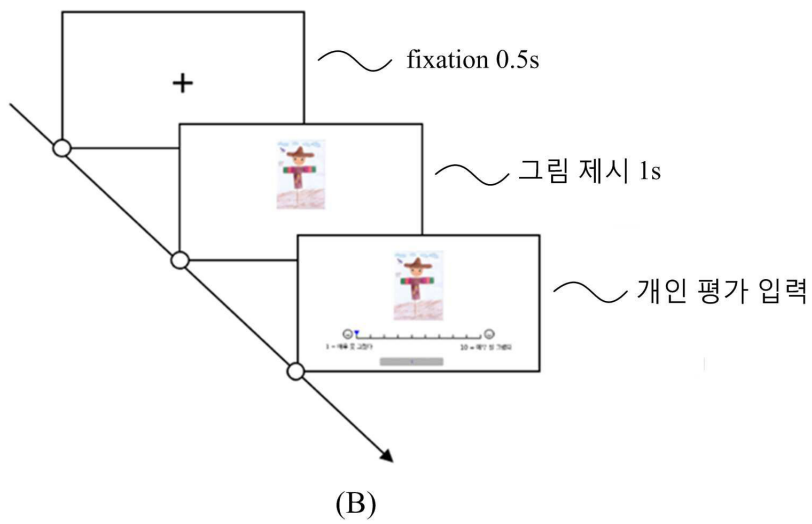
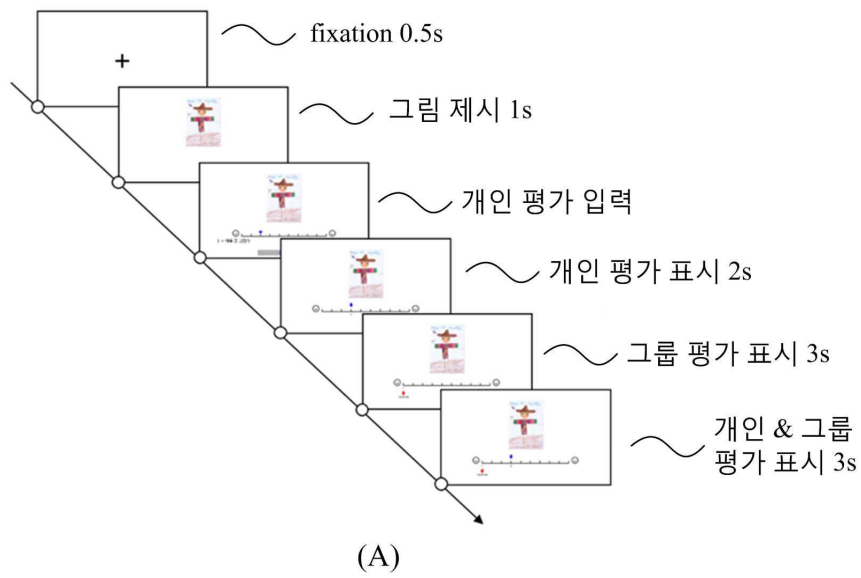


도면2

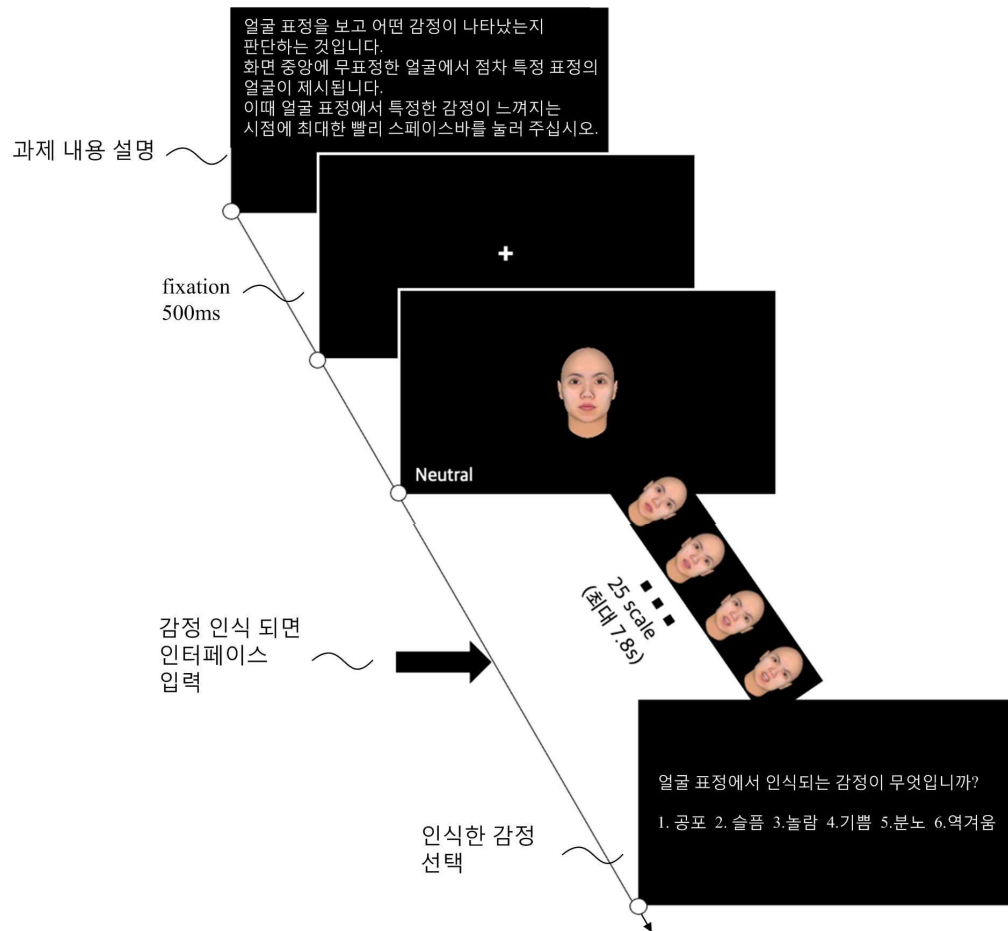
200



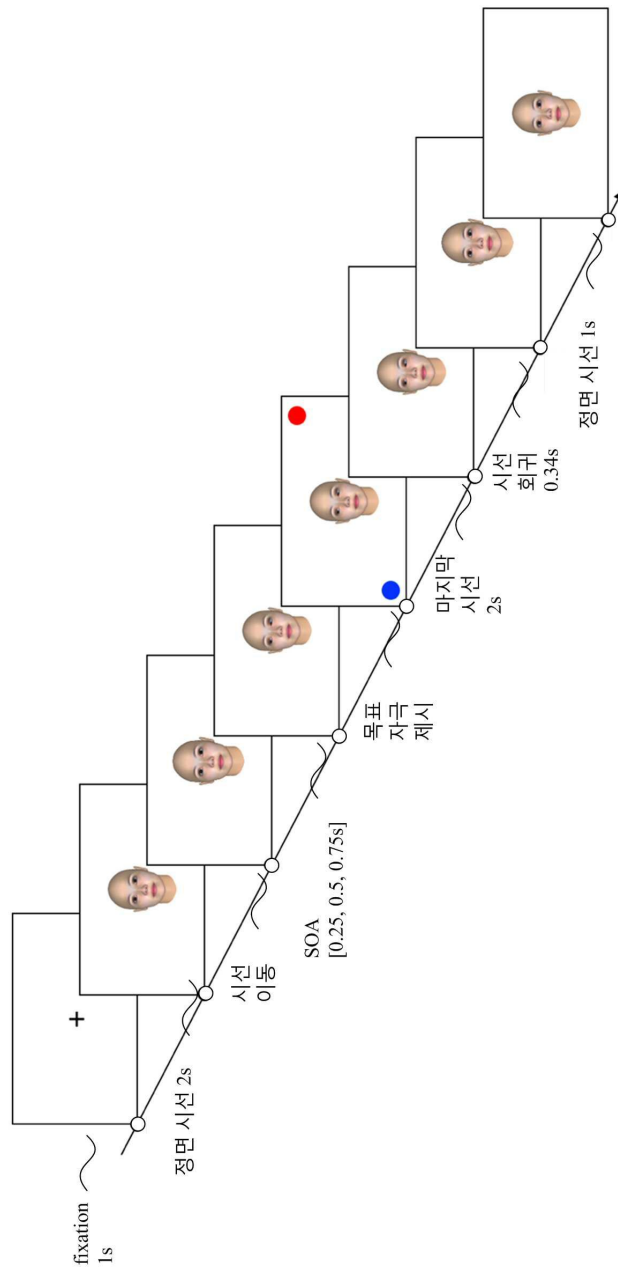
도면3



도면4



도면5



도면6

