

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2020-0137536
(43) 공개일자 2020년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) G16H 10/20 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4088 (2013.01)
G16H 10/20 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2019-0064062
(22) 출원일자 2019년05월30일
심사청구일자 2019년05월30일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
이은주
강원도 춘천시 국사봉길 7, 104동 1403호 (퇴계동)
김윤중
서울특별시 성동구 뚝섬로 51 (풍림강변아이원아파트) 105동 602호
(74) 대리인
김남혁

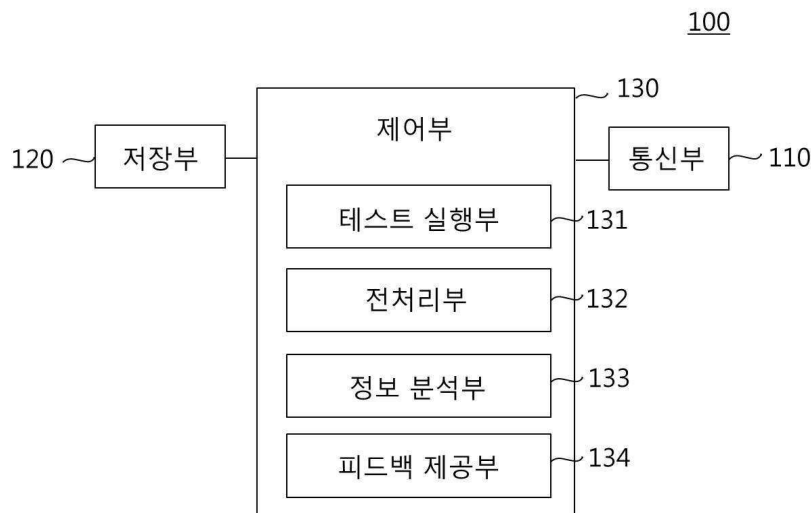
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템 및 이를 위한 기록 매체

(57) 요약

본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템은 서버와 사용자 기기를 포함하여 구성되
되, 상기 서버는 인지 장애 여부 판단을 위해 오각형 그리기 검사 자료를 상기 사용자 기기에 제공하고, 상기 오
각형 그리기 검사에 대응하는 사용자의 응답 정보를 획득하고, 상기 획득된 응답 정보를 분석하고, 분석 결과에
대한 채점을 수행하여 인지 장애 진단을 수행하는 제어부를 포함하되, 상기 제어부는 상기 응답 정보의 분석 시,
분석 항목으로 사용자가 그린 그림에서 두 객체의 교차 영역에 대한 특징을 포함하고, 상기 교차 영역에 대한 특
징은 교차 영역의 유무 및 두 객체 간 거리에 관한 정보를 포함하며, 상기 사용자 기기는 상기 서버와 통신을 통
해 상기 서버로부터 오각형 그리기 검사를 수행하는 데 요구되는 정보를 수신하여 실행하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 H20170119

부처명 미래창조과학부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중간연구자지원사업

연구과제명 웨어러블센서와 휴대용 fNIRS-EEG를 이용, 기계 학습 기반 파킨슨병 전주기 개인맞

춤형 모바일 헬스케어 시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한림대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2020.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

서버와 사용자 기기를 포함하여 구성되는 인지 장애 여부 판단을 위한 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템에 있어서,

상기 서버는

인지 장애 여부 판단을 위해 오각형 그리기 검사 자료를 상기 사용자 기기에 제공하고, 상기 오각형 그리기 검사에 대응하는 사용자의 응답 정보를 획득하고, 상기 획득된 응답 정보를 분석하고, 분석 결과에 대한 채점을 수행하여 인지 장애 진단을 수행하는 제어부;를 포함하되,

상기 제어부는

상기 응답 정보의 분석 시, 분석 항목으로 사용자가 그린 그림에서 두 객체의 교차 영역에 대한 특징을 포함하고,

상기 교차 영역에 대한 특징은 교차 영역의 유무 및 두 객체 간 거리에 관한 정보를 포함하며

상기 사용자 기기는

상기 서버와 통신을 통해 상기 서버로부터 오각형 그리기 검사를 수행하는 데 요구되는 정보를 수신하여 실행하는 것을 특징으로 하는 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 응답 정보에 대한 인공지능 기반의 점수 산출 동작을 수행하는 정보 분석부;를 포함하고,

상기 정보 분석부는

사용자가 그린 그림에서의 두 객체가 교차한 지점인 교차 영역과 관련된 정보를 판단하고, 판단된 교차 영역의 특징에 따라 점수를 부여하는 교차 판단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 교차 판단부는

상기 응답 정보의 이미지 데이터에서 2개의 객체가 겹치는 교차 영역의 이미지를 딥러닝 기반의 U-net 알고리즘을 통해 추출하는 세그멘테이션 동작을 수행하고, 상기 세그멘테이션을 통해 추출되는 교차 영역의 좌표와 상기 응답 정보의 센서 데이터로부터 추출된 좌표를 비교하고, 비교 결과 중첩 비율이 기준치 이상인 경우 사용자가 그린 그림에 교차 영역이 존재하는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 교차 판단부는

상기 교차 영역이 존재하지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 센서 데이터로부터 확인되는 좌표 위치를 일정 시간 주기로 표시하여 이미지화하는 센서 데이터 이미지화 동작을 수행하며, 상기 센서 데이터 이미지화 동작에 의해

생성된 이미지 상에서 두 객체의 배열 방향이 x 축에 나란한 경우, 우객체 최소 x 좌표와 좌객체 최대 x 좌표의 차이로부터 거리 계산을 수행함을 통해 사용자가 그린 그림 상의 두 객체 간 거리를 판단하는 것을 특징으로 하는 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템.

청구항 5

제 2항에 있어서

상기 정보 분석부는

사용자가 그린 그림 상의 각 도형의 회전 방향 및 두 도형의 배열 방향을 포함하는 추가 특징에 대한 분석 및 채점을 수행하고, 상기 채점의 결과를 포함하여 인지 장애 진단을 수행하는 추가 특징 판단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템.

청구항 6

인지 능력 검사용 그림의 자동 분석을 수행하는 서버에 있어서,

인지 장애 여부를 판단하기 위한 검사 방법인 오각형 그리기 검사를 수행하는 데 요구되는 정보를 사용자 기기로 전송하고, 사용자 기기로부터 사용자의 오각형 그리기 검사에 대한 응답정보를 수신하는 통신부;

오각형 그리기 검사용 문제, 채점기준, 테스트 점수와 인지 장애 유무 및 중증도의 매칭 정보를 포함하는 인지 능력 검사 자료를 저장하는 저장부; 및

상기 사용자 기기로부터 획득된 응답 정보를 분석하고, 분석 결과에 대한 채점을 수행하여 인지 장애 진단을 수행하는 제어부;를 포함하고,

상기 제어부는

상기 응답 정보의 분석 시, 분석 항목으로 사용자가 그린 그림에서 두 객체의 교차 영역에 대한 특징을 포함하고,

상기 교차 영역에 대한 특징은 교차 영역의 유무 및 두 객체 간 거리에 관한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 서버.

청구항 7

인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 방법에 있어서,

서버가 인지 장애 여부를 판단하기 위한 검사 방법인 오각형 그리기 검사를 수행하는 데 요구되는 정보를 사용자 기기로 전송하는 단계;

상기 서버가 사용자 기기로부터 사용자의 오각형 그리기 검사에 대한 응답정보를 수신하는 단계;

상기 응답 정보를 분석한 결과에 따라 채점을 수행하는 단계;

상기 채점 결과에 따라 사용자의 인지 장애 진단을 수행하는 단계;를 포함하되,

상기 채점을 수행하는 단계는

사용자가 그린 이미지에서 앵글 개수를 판단하고, 앵글 개수에 대응하는 점수를 부여하는 앵글 판단 단계;

사용자가 그린 이미지에서 2개의 객체가 교차하는 교차 영역의 존재 여부를 판단하고 그에 대응하는 점수를 부여하는 제 1 교차 판단 단계;

상기 교차 영역이 존재하지 않는 경우, 2개의 객체 사이의 거리를 판단하고, 상기 거리에 대응하는 점수를 부여하는 제 2 교차 판단 단계;

사용자가 그린 이미지에서 객체가 폐쇄형인지 여부를 판단하고, 폐쇄형 여부에 대응하는 점수를 부여하는 폐쇄 판단 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 자동 분석 방법.

청구항 8

제 7항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템 및 이를 위한 기록 매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 치매 등의 인지 장애에 대한 조기 진단의 중요성이 인식되면서, 인지 장애의 여부를 감별하는 비교적 간편한 방법인 그림 그리기 검사가 널리 사용되고 있다. 이러한 그리기 검사의 종류로는 시계 그리기 검사, 오각형 그리기 검사 등이 존재한다.

[0003] 그 중 오각형 그리기 검사는, 일부가 겹쳐진 2개의 오각형을 피검자에게 제시해주고, 피검자가 제시된 이미지를 따라 그리도록 하는 검사이다. 실제 임상에서 환자가 검사를 시행하는 것을 관찰해보면, 그리는 사람에 따라 그림의 오각형의 방향이나, 교차 여부, 2개의 오각형이 근접한 정도 등이 다양하다는 것을 발견할 수 있다.

[0004] 그러나 기존의 채점 방식은 0 또는 1점만으로 수행 능력을 채점하고 있어, 그림을 전혀 그리지 않은 경우와, 작은 부분에서만 오류를 보인 경우가 모두 공통적으로 0점을 받게 되므로, 피검자의 정확한 인지능력을 파악하기에 부족한 면이 있다.

[0005] 이에 따라, 오각형 그리기 검사를 수행함에 있어, 2개의 오각형이 서로 교차되었는지 여부 뿐 아니라 교차 형태, 2개의 오각형이 서로 근접한 정도 등의 항목 각각에 대한 평가와 이를 기반으로 한 인지 장애 진단이 이루어져야 할 필요가 제기되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 공개특허공보 10-2019-0015649호(신경심리검사를 이용한 치매 발병 예측 방법 및 예측 시스템)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 치매 등의 인지 장애를 판단하기 위한 인지 능력 검사의 일종인 오각형 그리기 검사에 있어서, 해당 테스트에 임한 피검자의 테스트 결과물을 자동으로 채점하되, 두 개의 도형 객체가 겹쳐진 교차 영역에 대한 이미지를 자동으로 검출하며, 그에 따라 다양한 점수 대역으로 채점 결과를 산출하도록 하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시 예에 따른 자동 분석 시스템은 서버와 사용자 기기를 포함하여 구성되되, 상기 서버는 인지 장애 여부 판단을 위해 오각형 그리기 검사 자료를 상기 사용자 기기에 제공하고, 상기 오각형 그리기 검사에 대응하는 사용자의 응답 정보를 획득하고, 상기 획득된 응답 정보를 분석하고, 분석 결과에 대한 채점을 수행하여 인지 장애 진단을 수행하는 제어부를 포함하되, 상기 제어부는 상기 응답 정보의 분석 시, 분석 항목으로 사용자가 그린 그림에서 두 객체의 교차 영역에 대한 특징을 포함하고, 상기 교차 영역에 대한 특징은 교차 영역의 유무 및 두 객체 간 거리에 관한 정보를 포함하며, 상기 사용자 기기는 상기 서버와 통신을 통해 상기 서버로부터 오각형 그리기 검사를 수행하는 데 요구되는 정보를 수신하여 실행하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명은 오각형 그리기 검사에 대한 자동 채점 방법을 제공하므로 보다 많은 사용자들에게 간편한 인지 능력 검사 기회를 제공할 수 있게 된다.

[0010] 본 발명은 오각형 그리기 검사를 통해 판단되는 다양한 사용자 유형에 대응하여 세분화된 인지 장애의 중증도 정보를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템을 구성하는 서버에 대한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 테스트 실행부의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 전처리부의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 정보 분석부의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 피드백 제공부의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 7 내지 도 22는 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사를 위한 데이터 처리 과정을 설명하기 위한 예시 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.
- [0013] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0014] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '직접 연결되어' 있다거나 '직접 접속되어' 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0015] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0016] 본 명세서에서, 인지 능력 검사는 다양한 용도의 인지능력 테스트를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템에서 수행하는 검사는 간이 정신 상태 검사(MMSE; Mini Mental State Examination)중 하나인 오각형 그리기 검사(PDT; Pentagon Drawing Test)를 의미할 수 있다. 또한 본 명세서에서 '응답 정보'란 서버의 오각형 그리기 검사 요청에 대응하여 사용자가 입력한 그림 관련 정보를 의미할 수 있으며, 사용자가 테스트로 작성한 그림의 이미지를 의미하는 '이미지 데이터'와, 상기 그림이 작성되는 순서와 속도를 센싱한 정보인 '센서 데이터'를 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 명세서에서의 '인지 장애'는 치매를 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 그리고 그에 따라 본 명세서에서의 인지 능력 검사는 치매 검사를 의미하는 것으로 해석될 수 있다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- [0019] 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템은 서버 100, 상기 서버 100와 통신하는 사용자 기기 200를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 사용자 기기 200는 다수 개(예, 201 내지 20n)일 수 있으며, 그 종류 또한 스마트폰, 태블릿, PC, 웨어러블 디바이스 등으로 다양할 수 있다. 이와 같은 다양한 종류의 사용자 기기에 검사 기능을 지원하기 위해 상기 서버 100는 웹 또는 앱 등의 형태로 검사 동작이 수행되도록 구현할 수 있다.
- [0020] 상기 사용자 기기 200는 사용자로부터 터치 또는 스마트 펜 등을 통한 그리기 입력을 수신하는 센서를 포함하는 전자장치를 의미할 수 있다.
- [0021] 본 문서의 다양한 실시예들에 따른 사용자 기기 200는 예를 들어, 표시 기능 및 입력 기능을 구비하는, 스마트

폰(smartphone), 태블릿 PC(tablet personal computer), 이동 전화기(mobile phone), 영상 전화기, 전자책 리더기(e-book reader), 데스크탑 PC(desktop personal computer), 랩탑 PC(laptop personal computer), 넷북 컴퓨터(netbook computer), 워크스테이션(workstation), 서버, PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 모바일 의료기기, 카메라(camera), 또는 웨어러블 장치(wearable device) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 서버 100에 대한 구체적인 설명은 이하의 도면을 참조하여 기술하기로 한다.

[0023] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 시스템을 구성하는 서버에 대한 블록도이다.

[0024] 도 2에서 도시되는 바와 같이, 상기 서버 100는 통신부 110, 저장부 120, 제어부 130를 포함하여 구성될 수 있다. 그리고 상기 제어부 130는 테스트 실행부 131, 전처리부 132, 정보 분석부 133, 피드백 제공부 134를 포함하여 구성될 수 있다.

[0025] 상기 통신부 110는 사용자 기기와 서버 간의 데이터 송수신을 위해 네트워크를 이용할 수 있으며 상기 네트워크의 종류는 특별히 제한되지 않는다. 상기 네트워크는 예를 들어, 인터넷 프로토콜(IP)을 통하여 대용량 데이터의 송수신 서비스를 제공하는 아이피(IP: Internet Protocol)망 또는 서로 다른 IP 망을 통합한 올 아이피(All IP) 망 일 수 있다. 또한, 상기 네트워크는 유선망, Wibro(Wireless Broadband)망, WCDMA를 포함하는 이동통신망, HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)망 및 LTE(Long Term Evolution) 망을 포함하는 이동통신망, LTE advanced(LTE-A), 5G(Five Generation)를 포함하는 이동통신망, 위성 통신망 및 와이파이(Wi-Fi)망 중 하나 이거나 또는 이들 중 적어도 하나 이상을 결합하여 이루어질 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 통신부 110는 오각형 그리기 검사를 수행하는 데 요구되는 정보를 사용자 기기로 전송할 수 있다. 그리고 상기 통신부 110는 사용자 기기로부터 사용자의 응답정보(오각형을 그린 그림과 관련된 이미지 데이터, 센서 데이터 등), 사용자의 개인 신상 정보, 사용자의 라이프스타일 관련 정보(식습관, 생활 습관 정보)를 수신하기 위한 통신 기능을 수행할 수 있다.

[0027] 다양한 실시 예에 따라 상기 통신부 110는 사용자 기기가 판단한 현재 위치 정보 또는 사용자 거주지 정보를 사용자 기기측으로부터 수신할 수 있다. 그리고 이에 대응하여 상기 통신부 110는 산출된 사용자 기기와의 현재 위치 또는 사용자 거주지 정보에 기반하여 볼 때 가장 가까운 의료기관에 관한 정보를 사용자 기기 200로 전송할 수 있다.

[0028] 다양한 실시 예에 따라 상기 통신부 110는 사용자 기기 외에 검색을 위한 웹 서버와의 통신을 수행할 수 있다. 또는 상기 통신부 110는 연계된 기관 또는 업체 측 서버와 통신할 수 있다. 예를 들어, 상기 통신부 110는 필요에 따라 특정 사용자(피검자)의 검사 결과를 연계된 의료기관 측으로 자동 전송하고, 해당 의료기관측으로부터 수행된 해당 피검자에 관한 담당의 소견, MRI 검사 자료 등을 토대로 판단한 인지 능력 검사에 관한 확진 정보를 수신할 수 있다. 일 사용자(피검자)에 대하여 의료기관측으로부터 수신된 인지 능력 검사에 대한 확진 정보는 다시 사용자 기기 200측에 전송될 수 있다.

[0029] 상기 저장부 120는 예를 들면, 내장 메모리 또는 외장 메모리를 포함할 수 있다. 내장메모리는, 예를 들면, 휘발성 메모리(예: DRAM(dynamic RAM), SRAM(static RAM), 또는 SDRAM(synchronous dynamic RAM) 등), 비휘발성 메모리(non-volatile Memory)(예: OTPROM(one time programmable ROM), PROM(programmable ROM), EPROM(erasable and programmable ROM), EEPROM(electrically erasable and programmable ROM), mask ROM, flash ROM, 플래시 메모리(예: NAND flash 또는 NOR flash 등), 하드 드라이브, 또는 솔리드 스테이트 드라이브(solid state drive(SSD)) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0030] 외장 메모리는 플래시 드라이브(flash drive), 예를 들면, CF(compact flash), SD(secure digital), Micro-SD(micro secure digital), Mini-SD(mini secure digital), XD(extreme digital), MMC(multi-media card) 또는 메모리 스틱(memory stick) 등을 더 포함할 수 있다. 외장 메모리는 다양한 인터페이스를 통하여 전자 장치와 기능적으로 및/또는 물리적으로 연결될 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 저장부 120는 오각형 그리기 검사용 문제, 채점기준, 테스트 점수와 인지 장애 유무 및 중증도의 매칭 정보 등의 인지 능력 검사 자료를 저장할 수 있다.

[0032] 또한 상기 저장부 120는 U-net 기반의 세그멘테이션 동작 관련 알고리즘을 저장할 수 있으며, 세그멘테이션 동작 결과로 생성된 2차 이미지들을 저장할 수 있다. 그 밖에도 상기 저장부 120는 사용자가 직접 입력한 개인정

보, 라이프스타일과 관련된 설문 정보를 저장할 수 있다.

- [0033] 본 발명의 제어부 130 는 프로세서(Processor), 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 제어부 130는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다.
- [0034] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 제어부에 의해 구동될 수 있다. 메모리는 상기 사용자 단말 및 서버 내부 또는 외부에 위치할 수 있으며, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 제어부와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0035] 상기 제어부 130는 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사를 진행하는 것과 관련된 동작 전반을 수행할 수 있으며, 예컨대, 상기 제어부 130는 사용자가 그리는 그림의 이미지 등의 응답 정보를 획득하는 동작, 획득된 응답 정보를 분석하여 채점하는 동작, 채점 결과에 따라 인지 장애 여부를 판단하는 동작 등을 수행할 수 있다.
- [0036] 구체적으로, 상기 제어부 130는 테스트 실행부 131, 전처리부 132, 정보 분석부 133, 피드백 제공부 134를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0037] 상기 테스트 실행부 131는 사용자(피검자)가 오각형 그리기 검사를 수행할 수 있도록 안내 및 테스트 수행 관련 동작을 제공할 수 있다.
- [0038] 구체적인 상기 테스트 실행부 131의 구성에 대하여는 도 3을 참조하여 하기에 설명하기로 한다.
- [0039] 상기 전처리부 132는 상기 테스트 실행부 131에서 사용자에게 테스트를 실행한 결과로 얻어진 사용자의 응답 정보에 대한 전처리를 수행할 수 있다. 구체적으로, 상기 전처리부 132는 상기 테스트 실행부 131에서 사용자 기기 200측에 제공한 테스트 동작을 통해 얻어진 사용자의 응답 정보를 획득하고, 획득된 응답 정보를 분석에 용이한 정보로 가공하는 전처리 동작을 수행할 수 있다. 상기 전처리부 132에 대한 보다 구체적인 정보는 도 4를 참조하여 하기에 기술하기로 한다.
- [0040] 상기 정보 분석부 133는 테스트에 대한 사용자의 응답 정보를 분석하여, 사용자의 점수를 산출할 수 있다. 나아가 상기 정보 분석부 133는 산출된 점수를 기반으로 사용자(피검자)의 인지 장애 여부 판단 내지는 인지 장애의 중증도를 판단할 수 있다. 상기 정보 분석부 133는 도 10에서 도시되는 바와 같이, 이미지 데이터를 인공 신경망 기반의 알고리즘에 투입하여 연산한 결과를 가지고 분석 동작을 수행할 수 있다.
- [0041] 상기 정보 분석부 133에 대한 상세한 설명은 도 5를 참조하여 하기에 기술하기로 한다.
- [0042] 상기 피드백 제공부 134는 사용자(피검자)에 대한 테스트 결과에 대응하는 피드백을 제공할 수 있다. 상기 피드백 제공부 134는 예컨대, 사용자의 인지 장애 발생의 예방 또는 인지 장애 증상 완화를 위한 테스트 또는 훈련과 관련된 기능을 사용자에게 제공할 수 있다. 또한 상기 피드백 제공부 134는 본원 발명에서 사용자(피검자)의 테스트 결과를 분석하는 인공지능망의 학습과 관련된 자료 선택 및 인공지능망 학습동작을 수행할 수 있다. 상기 피드백 제공부 134에 관한 보다 구체적인 내용은 도 6을 참조하여 하기에 기술하기로 한다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 테스트 실행부의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0044] 상기 테스트 실행부 131는 사용자에게 오각형 그리기 검사 정보(예, 문제)를 제공하는 등의 테스트 실행 전반과 관련된 동작을 수행할 수 있다. 이를 위해 상기 테스트 실행부 131는 도 3에서 도시되는 바와 같이, 문제 실행부 131a, 응답 정보 획득부 131b, 응답 정보 분류부 131c를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0045] 상기 문제 실행부 131a는 오각형 그리기 테스트를 사용자(피검자)가 수행하도록 문제와 지시사항 내용을 사용자 기기 200로 전달할 수 있다. 상기 문제 실행부 131a는 도 8에서 도시되는 바와 같은 화면을 제시하여 사용자로 하여금 오각형 그리기 동작을 하도록 유도할 수 있다.
- [0046] 보다 구체적으로는, 상기 문제 실행부 131a는 도 8에서 보이는 바와 같이, 사용자가 따라 그릴 수 있도록 테스트 제공 화면의 일측에 제시 이미지를 표시할 수 있다. 상기 제시 이미지는 2개의 오각형이 겹쳐진 형태로 이는 오각형 그리기 검사에서 주로 사용되는 이미지일 수 있다. 그리고 상기 문제 실행부 131a는 사용자가 상기 제시 이미지를 따라 오각형을 그리게 되는 그리기 영역을 상기 테스트 제공 화면의 나머지 공간에 제공할 수 있다. 상기 문제 실행부 131a는 사용자의 그리기 입력(예, 터치 입력, 스마트 펜 입력 등)의 궤적을 화면에 표시할 수 있다. 이에 따라 사용자는 자신이 그리고자 하는 선의 형태와 길이 등의 요소를 파악하면서 테스트용 오각형을

화면상(또는 별도 입력장치)에 그릴 수 있게 된다.

- [0047] 상기 문제 실행부 131a는 다양한 실시 예에 따라 오각형을 그릴 손의 종류(예, 왼손 또는 오른손 여부)를 사용자에게 알려줄 수 있다. 일 실시 예에 따라, 오각형 그리기 테스트는 사용자의 주 사용 손의 종류 정보에 기반하여 테스트할 손의 종류 또는 테스트를 수행할 손의 순서(예, 오른손잡이 사용자에게 오른손을 이용한 그리기 검사 이후 왼손을 이용한 그리기 검사를 수행하도록 지정할 수 있음)를 지정하고 알려줄 수 있다.
- [0048] 다양한 실시 예에 따라, 상기 문제 실행부 131a는 다양한 사용자 개인 정보 기반의 문제 제공 동작을 수행할 수 있다. 상기 문제 실행부 131a는 사용자 기기 200측에 문제를 제공하기 전에, 사용자 계정에 입력된 사용자 개인 정보를 확인할 수 있다. 상기 사용자 개인 정보의 항목으로는 예컨대, 이름, 나이, 성별, 주 사용 손(예, 오른손잡이 또는 왼손잡이) 등이 포함될 수 있다. 상기 문제 실행부 131a는 사용자의 성별과 나이에 기반하여 통상적인 인지 장애의 발생 확률을 산출할 수 있다. 이후 상기 문제 실행부 131a는 통상적인 인지 장애 가능성 백분위가 기준치 이상인 연령대, 성별에 해당하는 사용자 그룹에 대하여 테스트 조건을 변경할 수 있다. 예컨대, 상기 문제 실행부 131a는 테스트 진행 횟수 변경, 테스트 제한 시간 감소 등의 조건 변경을 수행할 수 있다.
- [0049] 다양한 실시 예에 따라 상기 사용자 개인 정보의 항목에는, 인지 장애 발생과 연관성을 갖는 항목인 식습관 정보, 알코올 섭취량 등에 관한 정보를 더 포함할 수 있다. 사용자는 테스트 수행 전, 사용자 개인정보에 자신의 식습관과 관련된 정보(예, 일정 기간 동안의 육류 섭취 횟수, 알코올 섭취 횟수 등)를 입력하도록 요청받을 수 있다. 이에 대응하여 사용자는 식습관 정보를 기입할 수 있으며, 그에 대응하여 상기 문제 실행부 131a는 사용자의 식습관 정보에 대응하는 인지 장애(예, 치매) 발병 위험도를 기 저장된 정보(예, '식습관 정보-치매 위험도 매칭 테이블')에 기반하여 산출할 수 있다. 그리고 상기 문제 실행부 131a는 사용자의 식습관 정보 기반의 인지 장애 발병 위험도 수준에 기반하여 테스트 진행 횟수, 테스트 제한 시간 등의 테스트 조건을 변경할 수 있다.
- [0050] 상기 테스트 실행부 131의 구성 중 두번째 구성인 응답 정보 획득부 131b는 사용자가 입력한 응답 정보를 획득하는 동작을 수행할 수 있다. 이 때 상기 응답 정보는 사용자가 그린 오각형 그림의 '이미지 데이터'와, 사용자가 그림(오각형)을 그릴 때 센싱된 입력 요소에 관한 데이터인 '센서 데이터'를 포함할 수 있다.
- [0051] 상기 응답 정보 획득부 131b는 사용자 기기 200 상의 앱이 실행되는 동안, 터치 센서가 감지하는 사용자 입력(터치 입력 또는 스마트 펜 입력 등) 정보를 일정 주기별로 획득할 수 있다. 예컨대, 상기 응답 정보 획득부 131b는 20ms 샘플링 주기마다, 터치 센서가 감지하는 사용자 입력의 x 및 y좌표 값을 추출하고 이를 저장할 수 있다.
- [0052] 그에 따라 상기 응답 정보 획득부 131b가 획득한 '센서 데이터'는 사용자가 오각형을 그릴 때의 속도, 가속도 등의 요소를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 '센서 데이터'는 도 9의 911에서 도시되는 바와 같이, 테스트 수행 일자, 테스트에 소요된 시간, 오각형을 그리는 속도, 시간대별 선 생성 좌표 위치 등에 관한 항목을 포함하여 구성될 수 있다. 추후 상기 '센서데이터'는 912, 913에서 도시되는 것과 같은 그래프 산출에 이용될 수 있다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 전처리부의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0054] 상기 전처리부 132는 일 검사에 대하여 획득된 응답 정보(센서 데이터, 이미지 데이터)를 분석하기 용이한 형태로 전처리할 수 있다. 상기 전처리부 132는 도 4에서 도시되는 바와 같이, 응답 정보 분류부 132a, 유용 데이터 변환부 132b를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0055] 상기 응답 정보 분류부 132a는 획득된 응답 정보를 이미지 데이터와, 센서 데이터로 분류할 수 있다. 그리고 상기 응답 정보 분류부 132a는 다양한 실시 예에 따라 테스트가 다수 회 실시된 경우, 테스트 회차별로 응답 정보를 분류할 수 있다. 이 밖에도 상기 응답 정보 분류부 132a는 사용자 유형 내지는 그룹에 따라 응답 정보를 분류할 수 있다.
- [0056] 상기 유용 데이터 변환부 132b는 응답정보가 상기 응답 정보 분류부 132a에 의해 분류되면, 이를 분석에 적합한 형태로 변환하는 데이터 변환 동작을 수행할 수 있다.
- [0057] 구체적으로, 상기 응답 정보 분류부 132a에서 이미지 데이터와 센서 데이터가 분류되면, 상기 유용 데이터 변환부 132b는 이미지 데이터에 대하여, 이미지의 유효성을 판단할 수 있다. 예를 들면, 상기 유용 데이터 변환부 132b는 상기 이미지에 포함된 선의 굵기가 기 설정된 값 이상인 경우, 정상적인 스마트 펜 또는 손가락을 이용한 터치가 아닌, 실수에 의한 손바닥 터치, 실수에 의한 다수개의 손가락 멀티 터치 등으로 간주하고, 그에 따라 유효하지 않은 것으로 판단할 수 있다.

- [0058] 상기 유용 데이터 변환부 132b는 획득된 이미지 데이터의 유효성 판단 결과, 유효하지 않은 것으로 판단되면, 상기 테스트 실행부 131에 문제 제공 동작을 재수행하도록 요청할 수 있다. 또는 테스트가 다수 회에 걸쳐 수행되어, 상기 응답 정보 분류부 132a에서 회차별로 분류된 응답 정보가 존재하는 경우, 상기 유용 데이터 변환부 132b는 일 이미지 데이터가 유효하지 않은 것으로 판단되면, 다음 회차의 이미지 데이터의 유효성을 판단할 수 있다. 상기 유용 데이터 변환부 132b는 이미지 데이터의 유효성 판단 결과, 유효성이 기준치 이상인 것으로 판단되는 경우, 해당 이미지 데이터를 분석용 데이터로 확정하고, 정보 분석부 133에 해당 이미지 데이터를 분석하도록 요청할 수 있다.
- [0059] 상기 유용 데이터 변환부 132b는 이미지 데이터 외에, 센서 데이터에 대한 분석용 데이터로의 변환을 수행할 수 있다. 상기 유용 데이터 변환부 132b는 센서 데이터에 기반하여 그리기 속도에 관한 그래프를 생성하고, 생성된 그래프를 분석용 데이터로 확정할 수 있다. 상기 그래프는 그리기 속도가 나타내는 다수개의 peak, 평균 속도 등의 정보를 추출하기 위해 도 11에서 도시되는 바와 같이 생성될 수 있다. 예컨대, 상기 유용 데이터 변환부 132b는 도 9에서 도시되는 바와 같이, 센서 데이터 911을 912, 913과 같은 그래프로 변환할 수 있다. 그리고 상기 유용 데이터 변환부 132b는 상기 811, 813과 같은 그래프를 분석용 데이터로 확정하고 정보 분석부 133에 해당 그래프를 분석하도록 요청할 수 있다.
- [0060] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 정보 분석부의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0061] 상기 정보 분석부 133는 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b, 폐쇄 판단부 133c, 추가 특징 판단부 133d, 인공지능 지원부 133e를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0062] 상기 정보 분석부 133는 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b, 폐쇄 판단부 133c 등을 통해 응답 정보에 대한 인공지능 기반의 점수 산출 동작을 수행할 수 있다. 바람직하게는 상기 정보 분석부 133는 CNN 종류 중 하나인 U-net을 통해 점수 산출 동작을 수행할 수 있다.
- [0063] U-net이란 도 7에서 도시되는 바와 같이, 네트워크 형태가 알파벳 U와 형태가 비슷한 인공신경망 모델로서, 특정 형태의 모델 이미지와 동일한 요소를 대상 이미지에서 추출하는 데 사용될 수 있다. U-net의 경우, 주로 의료분야에서 영상 분할을 위해 사용되며, U 형태의 좌측 알고리즘(이미지를 점점 줄여 나가는 부분)에 해당하는 Contracting path와 U 형태에서 중앙선을 기준으로 우측 알고리즘(이미지를 키워나가는 부분)에 해당하는 Expanding path로 구성될 수 있다. 상기 U-net은 기존의 세그멘테이션 동작의 문제점인 느린 속도를 개선할 수 있는데, 이는 대상 이미지에 대하여 소정의 단위(Patch)로 이미지를 인식해나가는 동작을 수행할 시, 이미지의 오버랩 비율이 적기 때문이다. 즉, 중복된 영역의 이미지 인식을 수행하지 않으므로 U-net 기반의 세그멘테이션 동작은 기존 방식에 비해 속도가 향상되는 효과를 기대할 수 있다. 이 밖에도 U-net을 이용한 세그멘테이션 동작의 경우, 인식 단위(patch) 사이즈를 증가시키거나 감소시키는 경우에 발생하는 문제를 방지할 수 있으며, 그에 따라 여러 레이어의 아웃풋을 동시에 검증하면서 부분인식(localization)과 전체인식(context)에서 모두 적정 효과를 얻을 수 있다.
- [0064] 상기 정보 분석부 133에서 산출하는 점수에 기반하여 사용자의 인지 장애 여부 뿐 아니라 인지 장애의 증증도를 판단할 수 있으며, 주기적인 검진 결과 비교를 통해 인지 장애 증상(예, 치매)의 악화 속도를 판단할 수 있다.
- [0065] 상기 정보 분석부 133는 사용자의 검사 결과를 점수로 산출하기 위해 상기 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b, 폐쇄 판단부 133c 각각에서 분석된 결과값을 종합할 수 있다. 이하에서는 상기 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b, 폐쇄 판단부 133b에 대한 설명을 차례로 기술하기로 한다. 일 실시 예에 따라 상기 정보 분석부 133는 앵글 판단부 133a에서 수행되는 앵글 판단 동작, 상기 교차 판단부 133b에서 수행되는 교차 판단 동작, 상기 폐쇄 판단부 133b에서 수행되는 폐쇄 판단 동작을 순차적으로 수행할 수 있고, 각 동작 단계마다 소정의 기준에 따라 단계별 점수를 부여할 수 있다.
- [0066] 다양한 실시 예에 따라 상기 정보 분석부 133는 상기 3가지 동작 단계에서 각각 산출되는 점수를 합산하여 산출하는 별도의 동작부를 포함할 수 있다.
- [0067] 1. 앵글 판단부
- [0068] 상기 앵글 판단부 133a는 사용자가 그린 이미지에서 전체 앵글의 개수를 판단하는 앵글 판단 단계를(앵글 판단 동작) 수행할 수 있다. 제시 이미지와 동일하게 그려진 이미지라면 2개의 5각형이 구성하는 앵글의 개수는 10개여야 한다. 상기 앵글 판단부 133a는 이미지 데이터에서 나타나 있는 전체 앵글의 개수가 10개에 근접할수록 높은 점수를 부여할 수 있다.

- [0069] 1-1. 센서 데이터 정보 추출 동작
- [0070] 상기 앵글 판단부 133a는 이미지 상에서 앵글 개수를 판단하기 위해 1차적으로 센서 데이터 정보 추출 동작을 수행할 수 있다. 먼저 상기 앵글 판단부 133a는 센서 데이터로부터 그림이 그려지는 것과 관련된 시간, 좌표, 속도, 가속도 등의 데이터를 추출할 수 있다. 상기 앵글 판단부 133a는 상기 샘플링된 데이터를 추후 비교를 위해 저장부에 임시 저장할 수 있다.
- [0071] 1-2. 세그멘테이션 동작
- [0072] 그리고 상기 앵글 판단부 133a는 이미지 데이터에 대하여 딥러닝에 기반한 세그멘테이션(segmentation) 동작을 수행할 수 있다. 상기 앵글 판단부 133a는 상기 이미지 데이터에 대한 세그멘테이션 동작의 결과로 2차 이미지(segmented 이미지)를 생성할 수 있다. 그리고 상기 2차 이미지 상에는 오각형 객체만 검출되어 표시될 수 있다. 이 때, 상기 세그멘테이션 동작은 오각형 2개가 겹쳐 있는 이미지를 검출하는 것이 아닌, 각각의 오각형 객체를 검출하도록 구현될 수 있다.
- [0073] 일 실시 예에 따라 상기 앵글 판단부 133a에서 2차 이미지를 추출한 결과물에 대한 예시는 도 12와, 도 13에 나타나 있다. 먼저 도 12는, 세그멘테이션 시뮬레이션이 수행된 결과 2개의 오각형이 검출된 경우의 2차 이미지를 도시하고 있다.
- [0074] 한편, 도 13은 2개의 오각형이 검출되지 않은 경우의 2차 이미지들에 대하여 도시하고 있다. 도 13의 1301은 사용자가 그린 그림에서 오각형이 존재하지 않아 2차 이미지에 검출된 오각형이 없으며, 1302는 사용자가 오각형과 사각형이 겹쳐 있는 그림을 그렸으므로, 2차 이미지에는 오각형 하나만 검출된 모습이 도시되어 있다. 이와 유사하게 1303과 1304에서도 사용자가 그린 그림 중에서 오각형에 해당하는 객체만이 검출된 2차 이미지가 도시되어 있다.
- [0075] 이처럼 상기 앵글 판단부 133a이 수행하는 세그멘테이션 동작은 딥러닝 기반의 알고리즘인 U-net 모델을 이용하여 원본 이미지에서 오각형만을 추출할 수 있다.
- [0076] 1-3. 좌표 비교 동작
- [0077] 상기 앵글 판단부 133a는 2차 이미지가 생성되면, 2차 이미지 상에서의 좌표와 센서 데이터의 좌표를 비교하는 좌표 비교 동작을 수행할 수 있다. 이를 통해 상기 앵글 판단부 133a는 오각형의 유무 및 오각형의 개수를 판단할 수 있게 된다.
- [0078] 먼저, 상기 앵글 판단부 133a는 도 14에서 도시되는 바와 같이 세그멘테이션 동작의 결과로 생성된 2차 이미지(segmented 이미지)에 좌표 검출을 위한 눈금자를 적용하고, 좌표 정보를 추출할 수 있다. 이후 상기 앵글 판단부 133a는 센서 데이터에서 추출된 좌표 정보와 상기 2차 이미지로부터 추출된 좌표 정보를 1401에서 도시되는 바와 같이 오버레이하여 표시할 수 있다. 1401에서 도시되는 파란색 정보는 센서 데이터에서 추출된 좌표 정보를 의미하고, 빨강색 정보는 세그멘테이션 결과인 2차 이미지의 좌표 정보(segmented 데이터)를 의미할 수 있다.
- [0079] 상기 앵글 판단부 133a는 양측(segmented 데이터 좌표와 센서 데이터측 좌표) 좌표를 오버레이한 이후, 양측 좌표 데이터가 중첩되는 비율을 판단할 수 있다. 이 때, 상기 앵글 판단부 133a는 좌측 객체와 우측 객체를 각각 분리하여 중첩 비율을 판단할 수 있다.
- [0080] 상기 앵글 판단부 133a는 도 15의 1501에서 도시되는 바와 같이 양쪽 객체 모두에 대한 중첩 비율을 판단할 수 있다. 그 뿐 아니라, 상기 앵글 판단부 133a는 좌측 객체에 대한 중첩 비율(1502 참조)과 우측 객체에 대한 중첩 비율(1503 참조)을 각각 판단할 수 있다. 상기 앵글 판단부 133a는 오각형만 추출되도록 학습되어 있는 U-net 기반의 추출 동작을 거친 결과와 센서 데이터의 중첩 비율이 기준치 이상이 되면, 상기 앵글 판단부 133a는 오각형의 유무를 구분할 수 있다.
- [0081] 상기 앵글 판단부 133a는 1502는 좌측 총 데이터 수에서 거리가 작은 좌표 값의 비율을 산출하는 경우에 대한 도면이고, 1503은 우측 총 데이터 수에서 거리가 작은 좌표 값의 비율을 산출할 경우에 대응하는 도면이다.
- [0082] 예를 들어, 상기 1502에서 좌측 객체의 총 데이터 수에서 거리가 작은 좌표 값의 중첩 비율(예, (센서데이터 좌표가 이루는 총 거리)/(segmented 데이터 좌표가 이루는 총 거리))이 91.208%이고, 상기 1503에서 우측 객체의 총 데이터 수에서 거리가 작은 좌표 값이 중첩 비율이 90.0으로 산출될 수 있다.
- [0083] 중첩 비율의 기준치가 88%라고 가정하면, 1502와 1503에서 판단된 두 객체의 중첩 비율이 모두 기준치 이상이면

로, 두 객체 모두 오각형인 것으로 판단될 수 있다. 다양한 실시 예에 따라 중첩 비율의 기준치는 특정되지 않으며, 관리자에 의해 변경 설정될 수 있다. 예컨대, 상기 중첩 비율의 기준치는 95% 이상으로 설정될 수도 있다.

[0084] 1-4. 오각형 개수 판단 동작

[0085] 상기 앵글 판단부 133a는 상기 좌표 비교 동작(오버레이 표시 동작, 중첩 비율 판단 동작)을 기반으로, 중첩 비율이 기준치 이상에 해당하는 객체를 오각형으로 판단할 수 있다. 이에 따라 상기 앵글 판단부 133a는 사용자가 그린 이미지에 존재하는 오각형의 개수와 제시 이미지의 오각형의 개수가 동일한지 여부(오각형의 개수가 2개인 지 여부)를 판단할 수 있다.

[0086] 상기 앵글 판단부 133a는 사용자가 그린 그림에서의 오각형 개수가 제시 이미지와 동일(2개)인 것으로 판단되면, 그에 따라 앵글이 10개가 되므로, 10개의 앵글 조건에 대응하는 점수를 산출할 수 있다. 일 실시 예에 따라 산출되는 점수는 도 22에서 도시되는 기준을 따를 수 있다. 참고로 도 22에서는 앵글의 개수가 10개일 때 4점을 부여하는 것으로 도시되어 있다.

[0087] 1-5. 좌우 각 도형의 앵글 개수 추출 동작

[0088] 상기 앵글 판단부 133a는 좌표 비교 동작을 통해 오각형이 2개가 아닌 것으로 판단되면, 좌우 각 도형의 앵글 개수를 각각 추출하고 각 객체의 앵글 개수를 판단하는 동작을 수행할 수 있다.

[0089] 구체적으로, 상기 앵글 판단부 133a는 센서 데이터로부터 변환된 속도 그래프로부터 peak를 추출하기 위해, 상기 속도 그래프에 대한 스무딩 동작을 수행할 수 있다. 이 때 상기 속도 그래프는 샘플링 주기별 x,y 좌표값(내지 이동 거리)을 기반으로 생성될 수 있다. 편의상, 스무딩 동작이 수행되기 전, 센서 데이터로부터 변환된 속도 그래프를 1차 속도 그래프, 상기 스무딩 동작이 수행된 속도 그래프를 2차 속도 그래프로 지칭하기로 한다. 상기 스무딩 동작은 그래프 상에서의 불필요한 노이즈 제거를 통해 정확한 peak 개수를 추출하기 위해 수행될 수 있다.

[0090] 상기 앵글 판단부 133a는 스무딩 동작 이후 2차 속도 그래프에서 추출되는 peak의 특징에 따라 좌측 객체(도형), 우측 객체를 분류할 수 있다.

[0091] 예컨대, 상기 앵글 판단부 133a는 개별 peak들의 조밀도 등을 기반으로 동일 객체 여부를 판단(예, peak 간 간격이 일정한 조밀도를 갖는 경우 동일 객체로 판단하고 peak 간 간격이 기준치 이상의 간격으로 이격될 경우 동일하지 않은 객체로 판단)할 수 있다.

[0092] 그리고 상기 앵글 판단부 133a는 도 16에서 도시되는 바와 같이, 도형의 앵글의 수를 2차 속도 그래프에 존재하는 peak의 개수에 기반하여 판단할 수 있다.

[0093] 구체적으로, 상기 앵글 판단부 133a는 좌측 객체의 앵글 수와 우측 객체의 앵글 수 각각을 그래프 중심부를 기점으로 한 좌측 및 우측의 peak의 개수에 기반하여 산출할 수 있다.

[0094] peak의 개수에 따른 앵글 수 산출 동작은 통상적으로 대부분의 사람들이 도형의 각진 부분을 그릴 때 속도가 저하되다가 직선 부근에서 속도가 다시 증가하는 특징에 기반한 산출 방법이다. 그에 따라 상기 앵글 판단부 133a는 오각형이 2개가 검출되지 않은 상황에서의 앵글 개수를 검출할 수 있게 된다.

[0095] 이와 같이, 오각형의 개수를 먼저 추출한 이후에, 속도 그래프 상의 peak의 개수로 앵글 수를 판단하는 이유는, 속도 그래프 상의 peak이 10개로 만점 기준과 동일하다 하다는 이유로 10각형 1개 또는 3각형 2개와 4각형 1개의 구성으로 이루어진 그림에 대하여도 동일하게 만점이 제공될 수 있는 오류를 방지하기 위해서이다.

[0096] 채점 시, 상기 앵글 판단부 133a는 예컨대, 오각형과 사각형이 그려진 그림의 경우, 앵글의 개수를 9개(10□1)로 판단할 수 있으며, 도 22에서 도시되는 기준에 따라 3점을 부여할 수 있다. 이와 유사하게 상기 앵글 판단부 133a는 확인되는 앵글의 수가 10□2에 해당하는 경우 2점을, 7에서 5 사이의 값일 경우 1점을, 5미만, 13초과일 경우 0점을 부여할 수 있다.

[0097] 2. 교차 판단부

[0098] 이하에서는, 교차 판단부 133b에서 수행하는 교차 판단 단계에 대하여 설명하기로 한다. 구체적으로는, 교차 판단부 133b에서 사용자가 그린 그림의 교차 영역과 관련된 정보를 판단하고 그에 따라 점수를 부여하는 동작에 관하여 설명하기로 한다. 상기 교차 판단 단계는 교차 영역의 존재 여부를 판단하는 제 1교차 판단 단계와, 두

객체 간 거리를 판단하는 제 2교차 판단 단계를 포함할 수 있다.

[0099] 2-1. 센서 데이터 정보 추출 동작

[0100] 상기 교차 판단부 133b는 센서 데이터로부터 그림을 그리는 동안 감지된 시간, 좌표 데이터, 속도, 가속도를 포함하는 그리기 관련 정보를 추출할 수 있다. 나아가 상기 교차 판단부 133b는 센서 데이터로부터 샘플링 시간과 좌표의 관계(측정 시간 경과에 따른 위치 좌표 변화) 등의 정보를 추출할 수 있다.

[0101] 2-2. 세그멘테이션 동작

[0102] 상기 교차 판단부 133b는 센서 데이터 정보 추출 동작 이후, 응답 정보의 이미지 데이터에서 2개의 오각형이 겹치는 영역의 이미지를 딥러닝 기반(예, U-net)의 알고리즘을 통해 추출하는 세그멘테이션 동작을 수행할 수 있다. 상기 교차 판단부 133b가 상기 세그멘테이션 동작을 통해 이미지를 추출하기 위해 딥러닝 기반 알고리즘에 학습되는 모델 이미지는 예컨대, 도 17에서 도시되는 형태와 같이, 좌측 오각형의 최우측 앵글과 우측 오각형의 최좌측 앵글이 이루는 폐쇄형 마름모 형태를 포함하는 이미지일 수 있다.

[0103] 상기 교차 판단부 133b는 도 18에 도시되는 좌측 상단의 이미지 데이터로부터 세그멘테이션을 수행하면, 그 결과로 우측 상단의 2차 이미지를 얻을 수 있다. 좌측 상단 이미지의 경우, 도 17에 도시된 학습 이미지와 유사 특징을 보유한 양 오각형 중앙의 겹친 영역(교차 영역)이 존재하므로, 우측 상단 이미지와 같이 교차 영역의 이미지가 2차 이미지로 검출될 수 있다.

[0104] 한편, 상기 교차 판단부 133b는 도 18의 좌측 하단 이미지에 대한 세그멘테이션을 수행하면 우측 하단 이미지와 같이 유효한 2차 이미지가 생성되지 않을 수 있다. 이처럼, 세그멘테이션 대상인 이미지 데이터에 모델 이미지와 동일한 형태가 존재하지 않는 경우, 두 개의 오각형이 겹치는 교차 영역은 검출되지 않게 된다.

[0105] 2-3. 좌표 비교 동작

[0106] 상기 교차 판단부 133b는 세그멘테이션을 수행하여 2차 이미지를 생성하게 되면, 이후 상기 2차 이미지에 대한 좌표를 추출할 수 있다. 그리고 상기 교차 판단부 133b는 교차 영역에 대한 2차 이미지의 좌표와 센서 데이터의 좌표를 비교하는 동작을 수행하고 그 결과에 따라 비로소 2개의 오각형의 교차 여부를 판단할 수 있게 된다. 교차 판단부 133b가 수행하는 좌표 비교 동작은 앵글 판단부 133a에서 수행하는 좌표 비교 동작과 마찬가지로 양측 좌표 데이터(2차 이미지에서 추출된 좌표, 센서 데이터에서 추출된 좌표)의 중첩 비율이 기준치 이상인지 여부를 확인하는 동작일 수 있다. 상기 교차 판단부 133b는 좌표 비교 동작 결과 중첩 비율이 기준치 이상인 경우, 2개의 오각형이 서로 겹치는 영역인 교차 영역이 존재하는 것으로 판단할 수 있다. 상기 교차 판단부 133b는 교차 영역이 존재하는 것으로 판단되면, 교차 판단 단계에서 만점(예, 4점)을 점수로 부여할 수 있다.

[0107] 다양한 실시 예에 따라 상기 교차 판단부 133b는 교차 영역의 형태를 세분화하여 구분하고, 그에 따라 점수를 차등적으로 부여할 수 있다. 상기 교차 판단부 133b는 검출된 교차 영역이 예시 이미지와 동일한 형태(예, 마름모 형태)인지 또는 상이한 형태(예, 삼각형 형태 또는 직사각형 형태 등)인지 여부를 판단할 수 있다.

[0108] 상기 교차 판단부 133b는 세그멘테이션 동작 및 좌표 비교 동작을 통해 '동일 형태 교차 영역'의 검출 여부를 판단할 수 있다. 즉, 상기 교차 판단부 133b는 실제 좌측 오각형과 우측 오각형이 겹쳐지는 교차 영역이 존재하더라도, 세그멘테이션의 기준이 되는 모델 이미지와 동일한 형태가 아닐 경우(예, 좌측 오각형의 직선 부분과 우측 오각형의 앵글 부분이 겹쳐 이루는 삼각형 모양의 영역일 경우) 검출되지 않을 수 있다.

[0109] 이 경우, 교차 판단부 133b는 모델 이미지와 동일한 '동일 형태 교차 영역'이 존재하는 것으로 판단된 경우에는 만점(예, 4점)을 부여할 수 있다. 반면, 상기 교차 판단부 133b는 모델이미지와 상이한 교차영역인 '상이 형태 교차 영역'이 존재하는 것으로 판단될 경우, 만점에서 일정 값이 차감된 1차 차감 점수(예, 3점)을 부여할 수 있다. 상이 형태 교차 영역이 존재하는 것을 판단하기 위해, 세그멘테이션 동작에 사용되는 모델이미지는 두개의 오각형이 겹쳐 생성할 수 있는 교차영역의 다른 예시 형태를 포함할 수 있다.

[0110] 2-4. 거리 판단 동작

[0111] 상기 교차 판단부 133b는 교차 영역이 존재하지 않은 것으로 판단되면, 두 객체(도형) 간의 거리를 판단하는 동작을 수행할 수 있다.

[0112] 상기 교차 판단부 133b는 교차 영역 없이 두 도형이 맞닿은(예, 두 도형간 거리가 1mm이하) 제 1 비교차 상황, 교차 영역 없이 두 도형 간 거리가 기준치(예, 1cm) 이하인 제 2 비교차 상황, 교차 영역 없이 두 도형 간 거리가 기준치(예, 1cm) 초과인 제 3 비교차 상황을 각각 판단할 수 있다. 그리고 상기 교차 판단부 133b는 상기 제

1비교차 상황 내지 제 3 비교차 상황 각각에 대한 차등 점수를 부여할 수 있다.

[0113] 예컨대, 상기 교차 판단부 133b는 제 1 비교차 상황에서 2차 차감점수(예, 2점), 제 2비교차 상황에서 3차 차감점수(예, 1점), 제 3 비교차 상황에서 3차 차감점수(예, 0점)를 부여할 수 있다.

[0114] 상기 교차 판단부 133b에서 수행하는 거리 판단 동작에 관하여 구체적으로 설명하기 위해, 도 19를 참조하기로 한다.

[0115] 상기 교차 판단부 133b는 교차 영역이 존재하지 않는 경우, 도 19에서와 같이 센서데이터로부터 확인되는 좌표 위치를 일정 시간 주기(예, 20ms)별로 표시하여 이미지화하는 '센서 데이터 이미지화 동작'을 수행할 수 있다.

[0116] 이후 상기 교차 판단부 133b는 상기 '센서 데이터 이미지화 동작'에 의해 생성된 센서 데이터 이미지를 판독하게 되는데, 도 19에서와 같이, 두 객체의 배열이 x축으로 나란한 경우, 두 객체 사이의 거리를 x값 좌표에 기반하여 판단하게 된다.

[0117] 상기 교차 판단부 133b는 좌우로 나란하게 배열된 두 개의 도형들 중 좌측 객체(오각형)에서는 가장 큰 x좌표의 값(좌객체 최대x값)을 추출하고, 우측 객체에서는 가장 작은 x값(우객체 최소 x값)을 추출할 수 있다. 상기 교차 판단부 133b는 우객체 최소 x값과 좌객체 최대 x값의 좌표 상의 차이로부터 거리계산을 수행할 수 있다.

[0118] 그리고 그에 따라 상기 교차 판단부 133b는 두 객체의 거리 차이가 0, 기준값(1cm) 이하, 기준값 초과일 경우 각각, 제 1 비교차 상황, 제 2 비교차 상황, 제 3 비교차 상황에 해당하는 것으로 판단할 수 있다. 그리고 각각의 비교차 상황에 대응하는 점수를 부여할 수 있다.

[0119] 3. 폐쇄 판단부

[0120] 이하에서는, 폐쇄 판단부 133c에서 수행하는 폐쇄 판단 단계에 대하여 설명하기로 한다. 상기 폐쇄 판단부 133c는 사용자가 그린 도형의 형태가 폐쇄형인지 여부를 판단할 수 있다. 상기 폐쇄 판단부 133c는 사용자가 그린 도형이 폐쇄된 형태인지 또는 개방된 형태인지 여부에 따라 점수를 차등 부여할 수 있다.

[0121] 도 20을 참조하면, 도형 실선이 모두 이어져 있는 폐쇄형(closing) 도형 2001과, 실선이 이어져 있지 않은 개방형(opening) 도형 2002의 예시가 도시되어 있다.

[0122] 3-1. 그래프 peak 확인 동작

[0123] 상기 폐쇄 판단부 133c는 사용자가 그린 그림의 형태의 폐쇄 여부를 판단하기 위해 센서 데이터를 속도 변화 그래프로 변환하는 동작을 먼저 수행할 수 있다. 이후 상기 폐쇄 판단부 133c는 속도 변화 그래프 상에서의 peak의 형태 및 개수에 기반하여 폐쇄/개방 여부를 판단할 수 있다.

[0124] 상기 폐쇄 판단부 133c는 센서 데이터 기반으로 생성된 속도 그래프에서 속도의 변화값을 의미하는 peak가 기준치 이상 크게 산출되는 지점이 1곳인지 여부를 판단할 수 있다. 이 때 기준이 이상 큰 값으로 추출되는 peak이 1곳인 경우, 상기 폐쇄 판단부 133c는 상기 peak이 지시하는 지점을 두 도형의 경계 지점으로 판단할 수 있다.

[0125] 이는 도형을 그릴 때 한번에 이어서 그리는 폐쇄형의 경우, 1개의 변을 그린 이후 두번째 변을 그리고자 하는 동안 발생하는 속도 변경 정도에 비해, 1개의 도형을 그린 이후 손을 떼고 두번째 도형을 그리게 되면서 발생하는 속도 변경 정도가 훨씬 크게 감지될 것이기 때문이다. 다시 말해, 손을 떼지 않는 경우보다 손을 떼게 되는 경우에 발생하는 그리기 속도의 변경 정도가 훨씬 큰 값을 가질 것이므로, 기준치 값 이상인 peak이 1개만 나타날 경우 사용자가 그림을 그리면서 손을 1회 떼는 것으로 유추될 수 있다. 따라서, 상기 폐쇄 판단부 133c는 기준치 이상의 peak의 개수가 1개인 경우, 폐쇄형 도형이 그려진 것으로 판단할 수 있다.

[0126] 반면, 폐쇄 판단부 133c는 기준치 이상의 peak이 1개가 아닌 다수개인 경우, 그림 그리는 과정에서 손을 떼는 횟수가 다수 회인 것을 의미하므로, 분석 대상이 된 그림은 오픈형 도형에 해당하는 것으로 판단할 수 있다.

[0127] 나아가, 상기 폐쇄 판단부 133c는 그래프 상에서의 기준치 이상의 peak을 다수 개 발견한 경우, peak 강도, peak의 발생 지점의 x축 위치 등에 기반하여 두 도형의 경계 지점을 의미하는 peak(이하, 경계 peak)을 판단할 수 있다. 그리고 상기 폐쇄 판단부 133c는 경계 peak을 기준으로 나머지 기준치 이상의 peak 이 일측(좌측 또는 우측)에 몰려있는지 여부를 기반으로, 2개의 도형 중 1개 도형의 폐쇄 여부를 판단할 수 있다. 상기 폐쇄 판단부 133c는 경계 peak 좌측 또는 우측에 나머지 기준치 이상의 peak이 몰려 있는 경우, 1개의 도형은 폐쇄형으로 나머지 1개의 도형은 개방형으로 그려진 것으로 판단할 수 있다. 반면, 상기 폐쇄 판단부 133c는 경계 peak 양

측 각각에 기준치 이상의 peak이 1개씩 이상 분산되어 있는 경우, 양측 도형 모두 개방형으로 그려진 것으로 판단할 수 있다.

[0128] 폐쇄형 도형 2001과 그에 대응하는 속도 변화 그래프 및 개방형 도형 2002과 그에 대응하는 속도 변화 그래프가 도 21에 도시되어 있다. 도 21에서와 같이, 폐쇄형 도형에 대응하는 그래프에서는 두 오각형의 경계 부분에서만 peak이 발견되고, 개방형 도형 2002에 대응하는 그래프에서는 기준치 이상의 peak이 3개 발견됨을 볼 수 있다. 그리고 개방형 도형 2002에 대응하는 그래프는 두 오각형의 경계 양측으로 유사한 강도의 peak이 하나씩 발견되고 있는데, 이는 두 오각형에서 각각 1개씩의 개방 부분이 존재함을 의미할 수 있다.

[0129] 상기 폐쇄 판단부 133c는 그래프 상에서 기준치 이상의 peak이 1개인 경우 두 개의 도형이 모두 폐쇄형인 것으로 판단하고, 만점(예, 2점)을 부여할 수 있다. 그리고, 상기 폐쇄 판단부 133c는 1개의 도형만 폐쇄형인 것으로 판단되는 경우 만점보다 소정의 값이 차감된 1차 차감 점수(예, 1점)를 부여할 수 있고, 2개의 도형 모두 개방형인 것으로 판단되는 경우, 2차 차감점수(예, 0점)를 부여할 수 있다.

[0130] 이처럼 상기 정보 분석부 133는 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b, 폐쇄 판단부 133c를 통해 부여된 점수들을 기반으로 사용자의 인지 장애(치매) 진단을 수행할 수 있다.

[0131] 도면에 도시되지 않았지만, 상기 정보 분석부 133는 상기 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b 및 폐쇄 판단부 133c에서 산출된 점수를 종합하여 합계 점수를 산출하는 종합 결과 산출부(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 종합 결과 산출부는 사용자(피검자)의 합계 점수가 기준치 이상인 경우 정상으로 판단하고, 기준치 미만인 경우 인지 장애 질환(예, 치매)을 앓고 있는 것으로 판단할 수 있다. 또한 상기 종합 결과 산출부는 사용자가 인지 장애 질환(예, 치매)을 앓고 있는 것으로 판단한 경우, 점수 범위에 따라 중증도 단계를 판단하고 판단된 사용자의 인지 장애의 중증도를 안내할 수 있다.

[0132] 다양한 실시 예에 따라, 본 발명의 정보 분석부 133는 상기 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b, 폐쇄 판단부 133c를 통한 점수 판단 동작 외에 추가의 점수 판단 동작을 수행하고, 점수 판단의 결과로 산출된 합계 점수에 기반하여 사용자의 인지 장애 진단을 수행할 수 있다. 예컨대, 상기 정보 분석부 133는 추가 특징 판단부 133b를 통해 각 도형의 회전 방향(로테이션), 두 도형의 배열 방향 등의 추가 특징에 대한 분석 및 채점을 수행할 수 있다. 상기 추가 특징 판단부 133d는 일 실시 예에 따라 기 설정된 각도(예, 45도) 이하의 회전에 대하여는 로테이션으로 고려하지 않도록 설정할 수 있다.

[0133] 또한 상기 추가 특징 판단부 133d는 또한, 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b, 폐쇄 판단부 133c가 각각 수행하는 앵글 판단 단계, 교차 판단 단계, 폐쇄 판단 단계의 3단계 분석을 거친 결과에 따라 추가의 특징 판단 동작을 수행할 지 여부를 결정할 수도 있다. 예를 들어, 상기 추가 특징 판단부 133d는 일 사용자가 그린 그림에 대한 3단계 분석의 결과, 산출된 점수 합계가, 기준치 이하(또는 이상)인 것으로 판단되는 경우에 한하여 추가 단계 판단을 수행할 수 있으며, 상기 추가 단계 판단은 오각형 그리기 검사가 아닌 다른 형태의 도형(예, 직육면체) 그리기 검사 및 분석 동작을 포함할 수 있다. 이와 유사하게, 상기 추가 특징 판단부 133d는 추가 단계 판단에서, 언어 인지 검사, 색깔 판단 검사 등의 객관식 퀴즈 형태의 인지 검사를 수행할 수도 있다.

[0134] 상기 추가 특징 판단부 133d는 사용자의 3단계 분석의 결과 인지 장애에 해당하지 않는 것으로 판단되는 경우라 하더라도, 사용자가 미리 입력한 식습관 정보, 생활 습관 정보 등에 기반하여 인지 장애 고위험군으로 판단되는 사용자들을 별도로 분류할 수 있다. 그리고 상기 추가 특징 판단부 133d는 별도로 분류된 인지 장애 고위험군 사용자들에 대하여 추가의 검사 및 분석 동작을 수행할 수 있다. 이 때 상기 추가 특징 판단부 133d는 별도로 분류된 인지 장애 고위험군 사용자들에게는, 난이도가 상향 조정된 테스트 문제를 제공할 수 있다. 이를 통해, 사용자는 현재 인지 장애 질환을 보유하고 있지 않더라도, 순발력, 인지 능력 등에 대한 난도 높은 테스트를 실시할 수 있다. 평균 점수에 미치지 않는 점수를 획득한 고위험군 사용자가 발생할 경우, 상기 추가 특징 판단부 133d는 추후 피드백 제공부 134에 고위험군 사용자를 위한 예방용 피드백을 제공하도록 요청할 수 있다.

[0135] 인공지능 지원부 133e는 3단계 분석 동작에 요구되는 인공지능 기반 동작을 지원할 수 있다. 특히 상기 인공지능 지원부 133e는 앵글 판단부 133a, 교차 판단부 133b에서 오각형 검출동작, 교차 영역 검출 동작에 요구되는 CNN 모델(예, U-net)의 연산 동작을 관리할 수 있다.

[0136] 구체적으로, 상기 앵글 판단부 133a에서 오각형 검출 동작을 수행하기 위해, 인공지능 지원부 133e에 이미지 데이터를 제공하면, 상기 인공지능 지원부 133e에서는 세그멘테이션 동작을 수행하여 오각형만을 검출한 2차 이미지를 상기 앵글 판단부 133a로 다시 제공할 수 있다. 이와 유사하게 상기 인공지능 지원부 133e는 교차 판단부 133b에서 요구하는 교차영역 추출에 필요한 세그멘테이션 동작도 수행할 수 있다.

- [0137] 또한 상기 인공지능 지원부 133e는 다양한 실시 예에 따라, 세그멘테이션 동작으로 검출할 이미지의 종류를 설정할 수 있다. 예를 들어, 사용자에게 따라 그리도록 제시한 제시 이미지가 일부 변경되면(예, 교차 영역의 형태 변경), 그에 상응하여 상기 인공지능 지원부 133e는 세그멘테이션용 모델 이미지(검출용 이미지)를 변경 설정하도록 관리자 측에 요청할 수 있다. 그리고 상기 인공지능 지원부 133e는 관리자의 설정에 따라 신규 이미지로 모델 이미지가 설정되면, 자동으로 모델 이미지의 원본 데이터에 로테이션, 반전, 사이즈 변경 등을 통해 다수 개의 복제 모델 이미지를 생성할 수 있다. 그 후 상기 인공지능 지원부 133e는 관리자가 입력한 신규 모델 이미지 및 다수개의 복제 모델 이미지를 기반으로 학습을 수행할 수 있다. 상기 인공지능 지원부 133e는 이러한 과정을 통해 신규 모델 이미지를 적용하고, 상기 신규 모델 이미지에 대응하는 이미지를 검출하는 세그멘테이션 동작을 수행할 수 있다.
- [0138] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 피드백 제공부의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0139] 본 발명의 실시 예에 따른 피드백 제공부 134는 정보 분석부 133에서 사용자가 그린 그림에 대하여 분석 및 채점한 결과에 기반하여 사용자에게 인지 장애의 예방 또는 악화 지연을 위한 피드백을 제공할 수 있다. 또한 상기 피드백 제공부 134는 인공지능 기반의 응답 정보 분석 동작의 정확도를 제고하기 위한 피드백 동작을 수행할 수 있다.
- [0140] 상기 피드백 제공부 134는 예방 훈련 수행부 134a, 학습용 자료 판단부 134b, 인공 신경망 학습부 134c를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0141] 상기 예방 훈련 수행부 134a는 사용자의 인지 장애 여부 또는 사용자의 인지 장애 증증도 단계 또는 채점 점수 자체에 대응하여, 대응하는 적절한 예방 훈련 정보를 제공할 수 있다. 다양한 실시 예에 따라 상기 예방 훈련 수행부 134a는 사용자의 식습관, 생활 습관 등의 라이프 스타일에 관하여 채점한 점수를 상기 정보 분석부에서 채점한 점수(오각형 그리기 검사 점수)와 종합한 종합 점수를 산출하고, 사용자에게 적합한 것으로 판단되는 예방 훈련 종류를 산출하여 이에 대한 정보를 제공할 수 있다.
- [0142] 예컨대, 상기 예방 훈련 수행부 134a 사용자의 운동 패턴, 식사 패턴, 음주 패턴에 대한 추천 정보를 제공할 수 있다.
- [0143] 구체적으로, 운동 패턴에 관련된 추천 정보로는 사용자에게 추천하는 운동 시간, 운동량, 운동의 종류에 관한 정보일 수 있다. 나아가 상기 예방 훈련 수행부 134a는 사용자가 실제 운동을 하도록 사용자의 웨어러블 기기와 연동되어 사용자의 보행 정보, 심박수 등을 체크하고, 목표 운동량의 달성 여부를 평가할 수 있다.
- [0144] 나아가 상기 예방 훈련 수행부 134a는 해당 사용자의 인지 장애 위험도를 표시하되, 목표 운동량이 달성되는 경우 인지 장애 위험도를 기 설정된 수치만큼 감소시켜 표시할 수 있다. 이로써, 상기 예방 훈련 수행부 134a가 수행하는 실시간 인지 장애 위험도 제공 동작을 통해, 인지 장애 발생의 가능성이 높은 고위험군 사용자는 경각심이 자극될 수 있음과 동시에 인지 장애 예방에 좋은 라이프스타일을 확립하도록 하는 동기를 부여받을 수 있다.
- [0145] 또한, 상기 예방 훈련 수행부 134a는 사용자의 식사 패턴(식사 시간, 식사 메뉴, 식사량 등)을 인지 장애 예방에 유리한 방향으로 교정하기 위한 다양한 목표치를 설정하고, 이를 사용자에게 달성하도록 요청할 수 있다.
- [0146] 또한 상기 예방 훈련 수행부 134a는 사용자의 음주 패턴을 인지 장애 예방에 유리한 방향으로 교정하기 위해, 음주량, 월간 음주 횟수 등의 항목에 대한 목표치를 설정하고 이를 사용자에게 달성하도록 요청할 수 있다.
- [0147] 상기 예방 훈련 수행부 134a는 식사 패턴 및 음주 패턴에 대한 목표치가 다성됨에 따라, 인지 장애 위험도를 기 설정된 수치만큼 감소시켜 표시할 수 있다.
- [0148] 다양한 실시 예에 따라 상기 예방 훈련 수행부 134a는 인지 장애 환자가 아닌 것으로 판단된 사용자에게 인지 장애 예방을 위한 인지 장애 예방 훈련 및 예방 정보를 제공하는 것 외에도, 인지 장애가 의심되는 환자를 위한 유용 정보를 제공할 수 있다.
- [0149] 예컨대, 상기 예방 훈련 수행부 134a는 오각형 그리기 검사 점수가 기 설정된 값 이하로 산출된 사용자(예, 인지 장애 의심 대상자)에게는 의료기관 정보를 안내할 수 있다.
- [0150] 또는 상기 예방 훈련 수행부 134a는 인지 장애 의심 대상자가 안내받은 병원에서 상세 검진을 통해 추가의 인지 능력 검사를 수행한 경우, 추가 검사와 오각형 그리기 검사 점수를 종합적으로 판단하여 산출된 종합 결과를 사용자에게 제공할 수 있다. 상기 종합 결과는 사용자가 걸린 인지 장애의 종류, 인지 장애의 증증도에 관한 보다

자세한 설명이 포함될 수 있다.

- [0151] 상기 예방 훈련 수행부 134a는 의료 기관으로부터 제공받은 종합 결과에 대응하여 사용자가 걸린 인지 장애의 종류, 해당 사용자의 인지 장애 중증도에 대응하는 적합한 치료 정보, 악화 속도 지연을 위한 방법 안내, 일상생활 주의 정보를 제공할 수 있다. 상기 예방 훈련 수행부 134a는 또한 해당 사용자의 인지 능력이 저하되어 있을 가능성에 대비하여 기 등록된 보호자 기기 측으로 사용자의 인지 장애 중증도에 대응하는 치료 정보, 악화 속도 지연을 위한 방법, 일상생활 주의 정보를 제공할 수 있다.
- [0152] 상기 학습용 자료 판단부 134b는 채점 결과 오류가 발생한 경우의 응답 정보 또는, 관리자 또는 사용자에 의해 지정된 특정 응답 정보에 대하여 학습용 자료로 판단할 수 있다.
- [0153] 학습용 자료로 판단된 이미지 데이터, 센서 데이터 및 상기 센서 데이터 기반으로 생성된 각종 그래프는 별도로 인공지능망 학습에 요구되는 포맷으로 전처리 과정을 거쳐 규격 변환이 이루어질 수 있다.
- [0154] 상기 인공지능망 학습부 134c는 상기 학습용 자료 판단부 134b에 의해 선택되고 규격 변환이 이루어진 학습용 자료를 기반으로 인공지능 학습을 수행할 수 있다. 이에 따라 오각형, 교차 영역을 추출하는 세그멘테이션 동작의 정확도가 향상될 수 있다.
- [0155] 또한 다양한 실시 예에 따라 상기 인공 신경망 학습부 134c는 사용자가 그린 선에서 발견되는 일정 수준 이하의 흔들림(예, 손떨림에 의한 흔들림으로 판단 가능한 수준, 곡률의 발생 주기, 곡선 사이즈, 각도 등이 기준치 이하인 경우)에 대하여 직선으로 간주하도록 인공지능 학습을 수행할 수 있다. 예컨대, 상기 인공 신경망 학습부 134c는 특정한 상황(사용자의 수전증 판단)에서, 종래 모델 이미지를 구성하는 직선 영역을 허용 가능한 떨림 수준이 있는 곡선으로 변경한 추가의 이미지(떨림 버전 이미지)를 생성할 수 있고, 상기 떨림 버전 이미지를 U-net의 모델 이미지로 학습시킬 수 있다.
- [0156] 요컨대, 본 발명의 실시 예에 따른 인지 능력 검사용 그림의 자동 분석 방법은 서버가 인지 장애 여부를 판단하기 위한 검사 방법인 오각형 그리기 검사를 수행하는 데 요구되는 정보를 사용자 기기로 전송하는 단계, 상기 서버가 사용자 기기로부터 사용자의 오각형 그리기 검사에 대한 응답정보를 수신하는 단계, 상기 응답 정보를 분석한 결과에 따라 채점을 수행하는 단계, 상기 채점 결과에 따라 사용자의 인지 장애 진단을 수행하는 단계를 포함하되, 상기 채점을 수행하는 단계는 사용자가 그린 이미지에서 앵글 개수를 판단하고, 앵글 개수에 대응하는 점수를 부여하는 앵글 판단 단계, 사용자가 그린 이미지에서 2개의 객체가 교차하는 교차 영역의 존재 여부를 판단하고 그에 대응하는 점수를 부여하는 제 1 교차 판단 단계, 상기 교차 영역이 존재하지 않는 경우, 2개의 객체 사이의 거리를 판단하고, 상기 거리에 대응하는 점수를 부여하는 제 2 교차 판단 단계, 사용자가 그린 이미지에서 객체가 폐쇄형인지 여부를 판단하고, 폐쇄형 여부에 대응하는 점수를 부여하는 폐쇄 판단 단계를 포함할 수 있다.
- [0157] 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.
- [0158] 본 발명의 구성 요소들은 소프트웨어 프로그래밍 또는 소프트웨어 요소들로 실행될 수 있으며, 이와 유사하게, 실시 예는 데이터 구조, 프로세스들, 루틴들 또는 다른 프로그래밍 구성들의 조합으로 구현되는 다양한 알고리즘을 포함하여, C, C++, 자바(Java), 어셈블러(assembler) 등과 같은 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능적인 측면들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다.
- [0159] 상술한 예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하였지만, 당업자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서도 본 예들에 대한 개조, 변경 및 변형을 가할 수 있다. 요컨대 본 발명이 의도하는 효과를 달성하기 위해 도면에 도시된 모든 기능 블록을 별도로 포함하거나 도면에 도시된 모든 순서를 도시된 순서 그대로 따라야만 하는 것은 아니며, 그렇지 않더라도 얼마든지 청구항에 기재된 본 발명의 기술적 범위에 속할 수 있음에 주의한다.

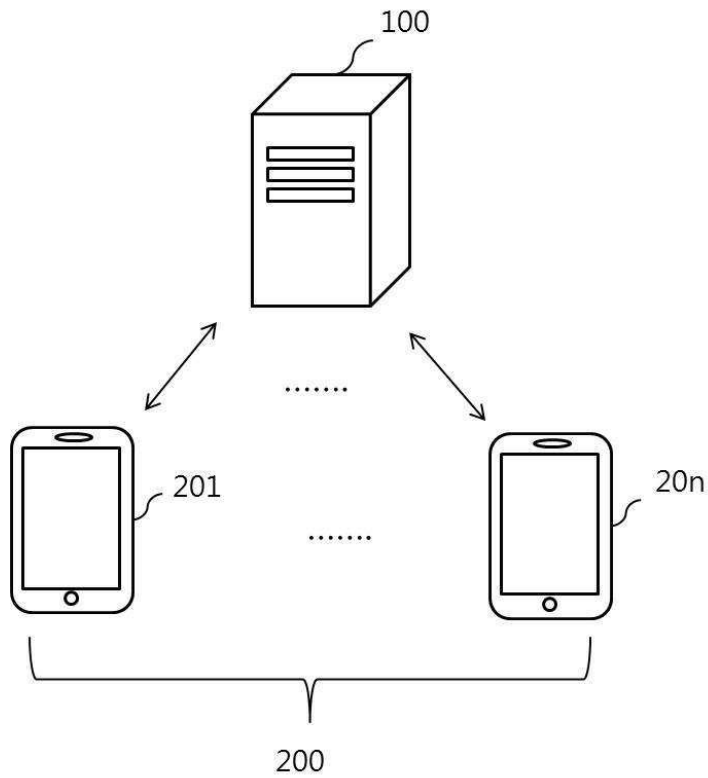
부호의 설명

- [0160] 100 : 서버 110 : 통신부

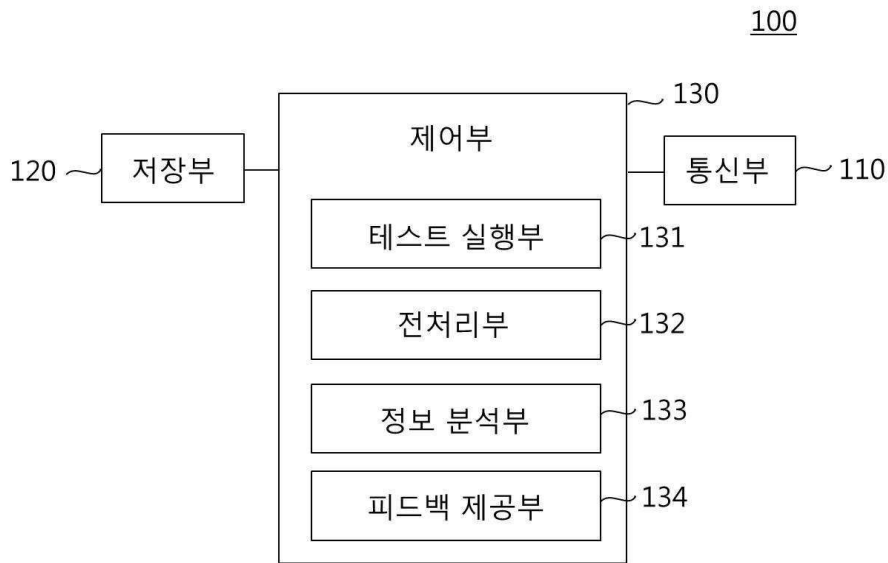
120 : 저장부 130 : 제어부
 131 : 테스트 실행부 131a : 문제 실행부
 131b : 응답 정보 획득부 132 : 전처리부
 132a : 응답 정보 분류부 132b : 유용 데이터 변환부
 133 : 정보 분석부 133a : 앵글 판단부
 133b : 교차 판단부 133c : 폐쇄 판단부
 133d : 추가 특징 판단부 133e : 인공지능 지원부
 134 : 피드백 제공부 200 : 사용자 기기

도면

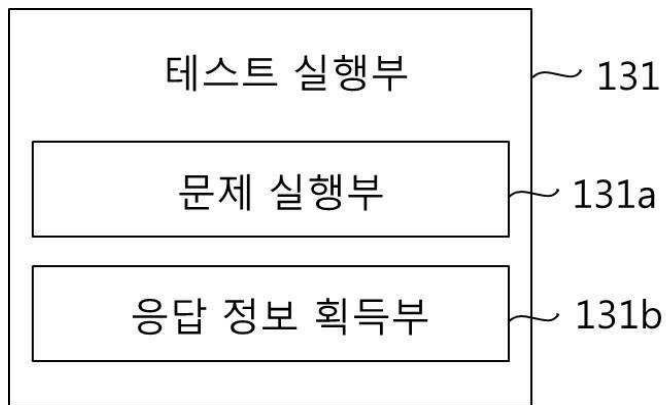
도면1



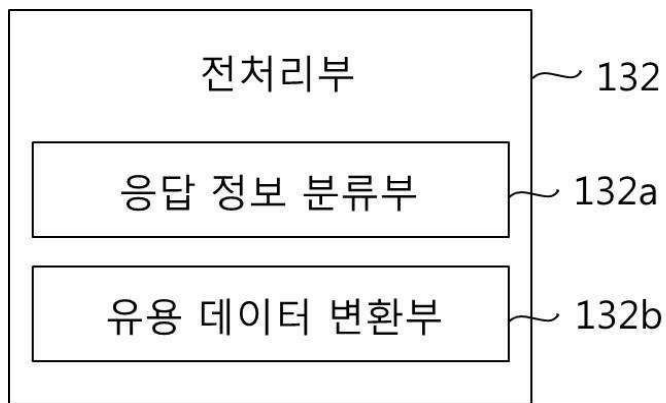
도면2



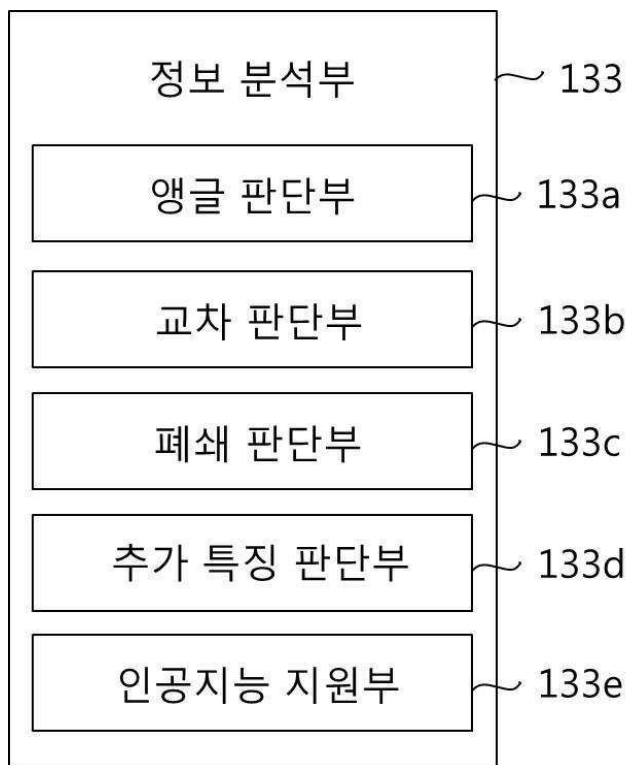
도면3



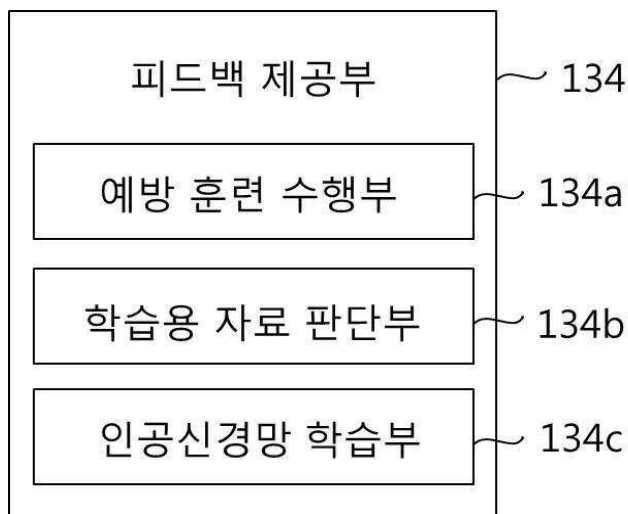
도면4



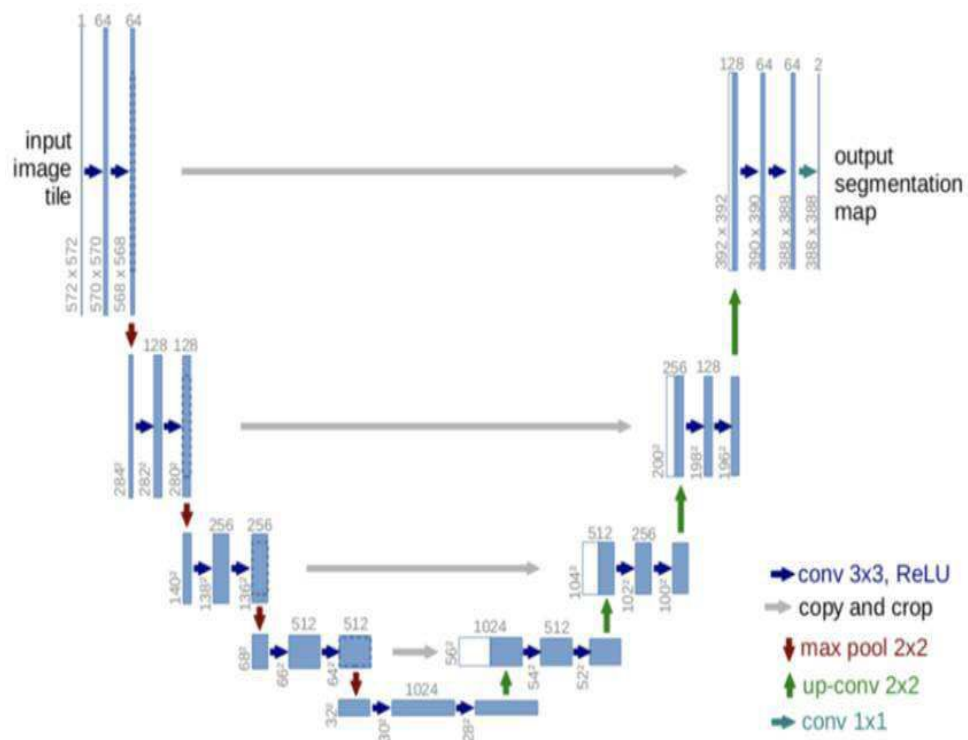
도면5



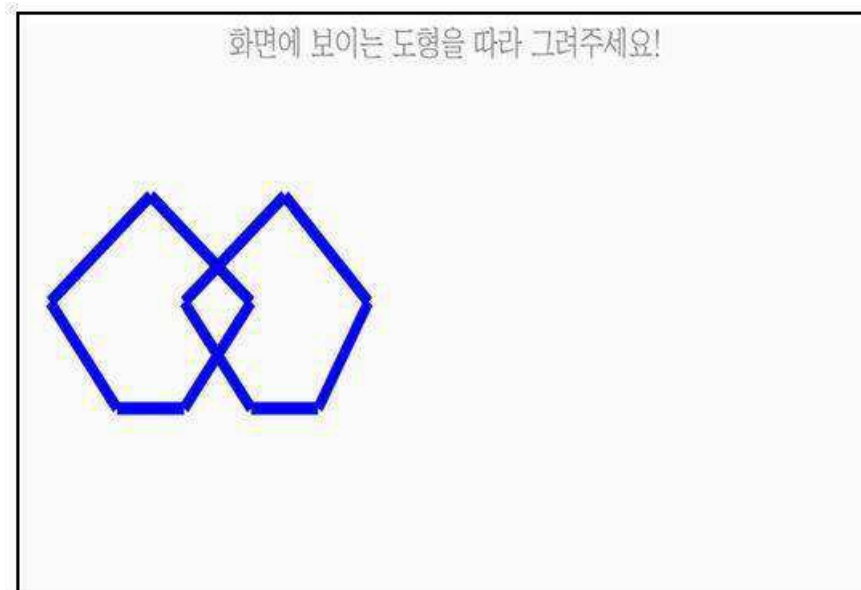
도면6



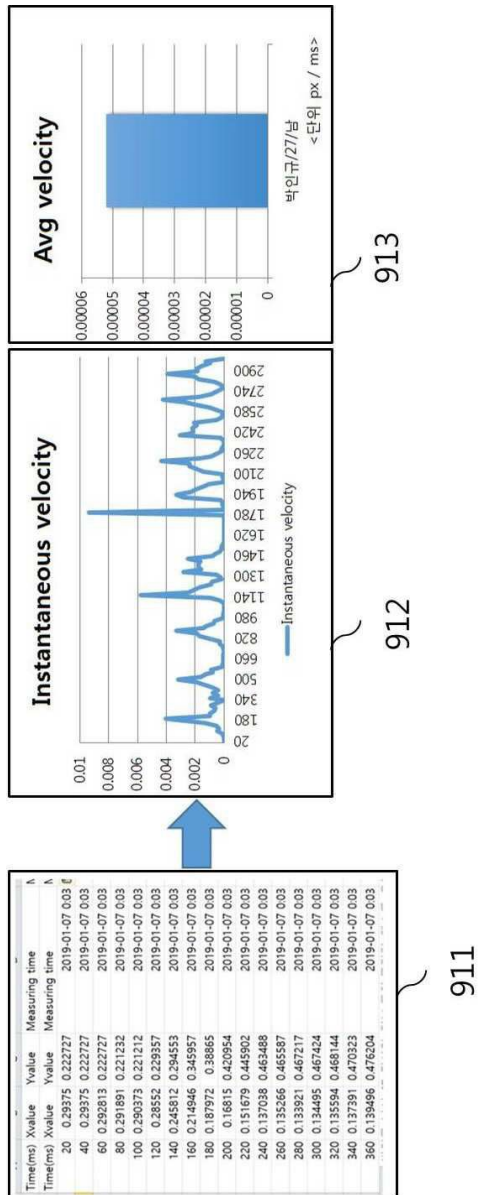
도면7



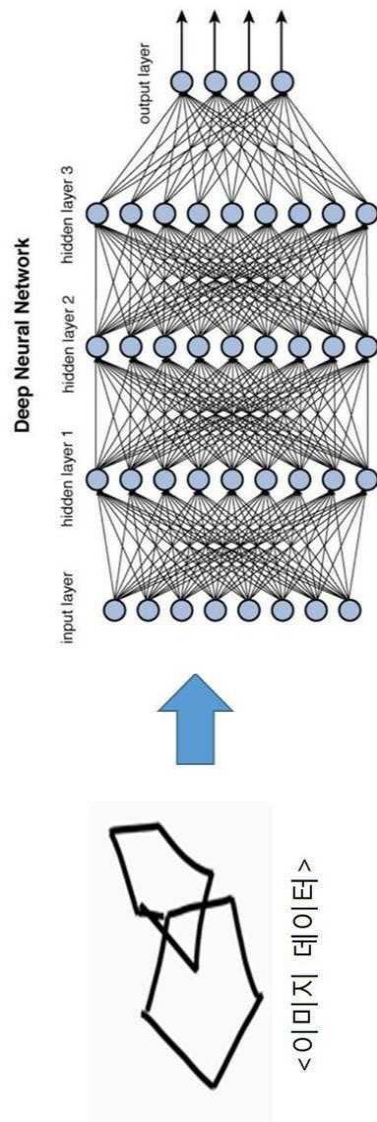
도면8



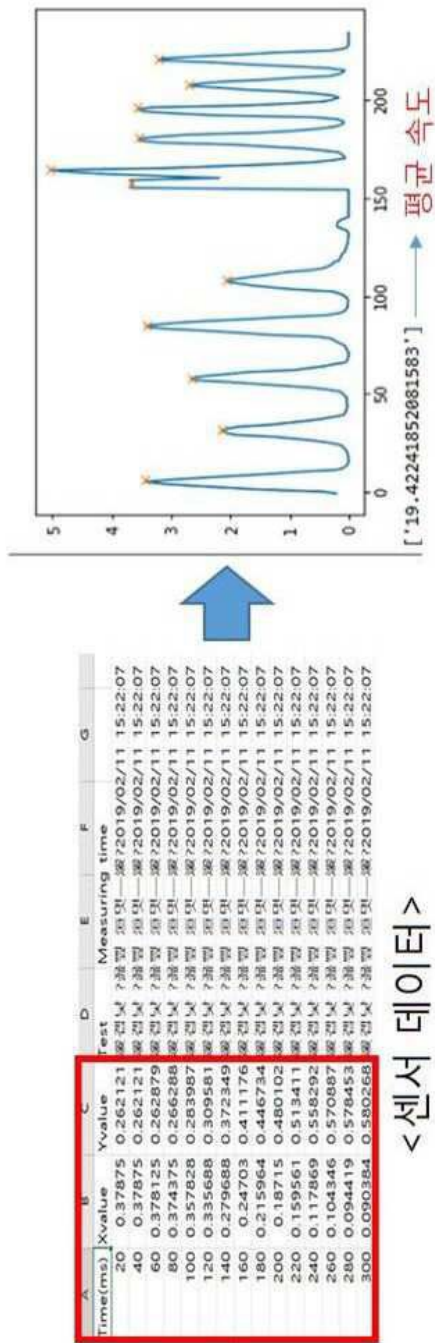
도면9



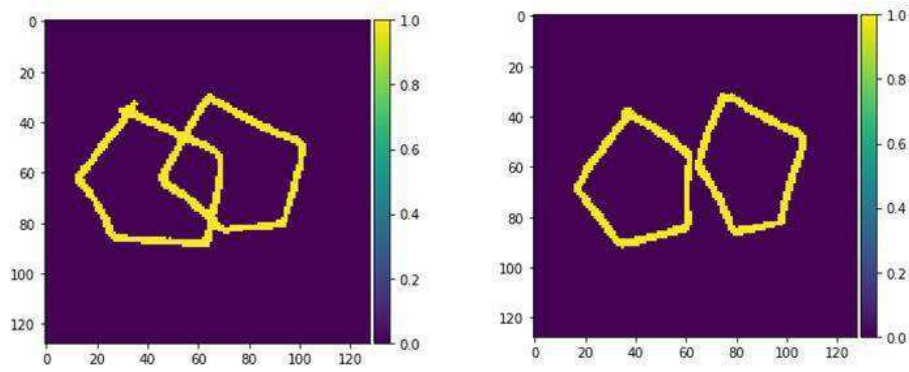
도면10



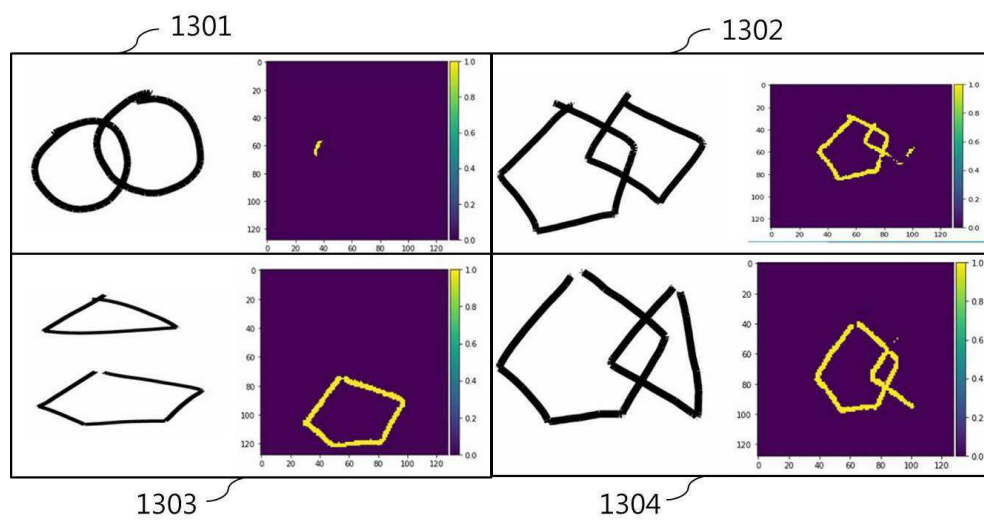
도면11



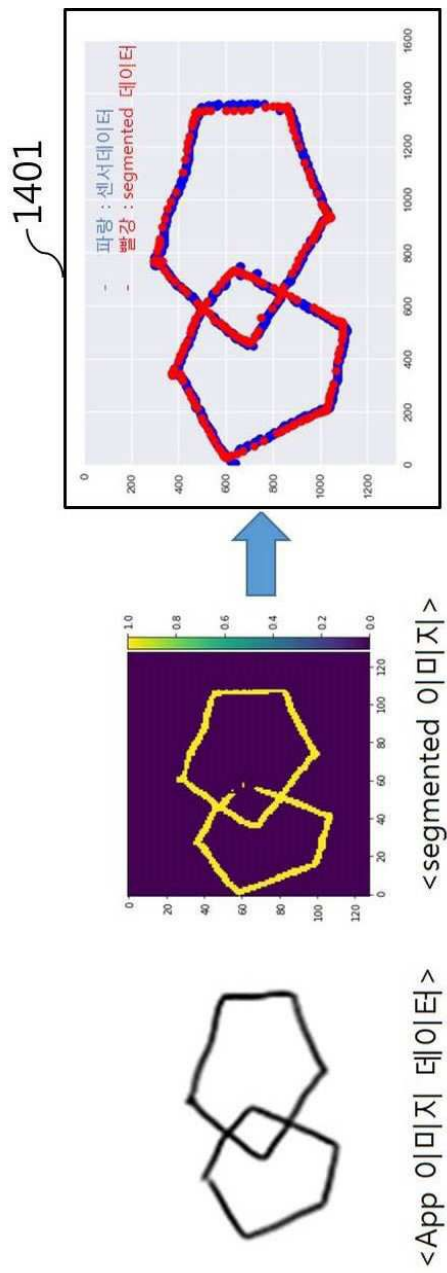
도면12



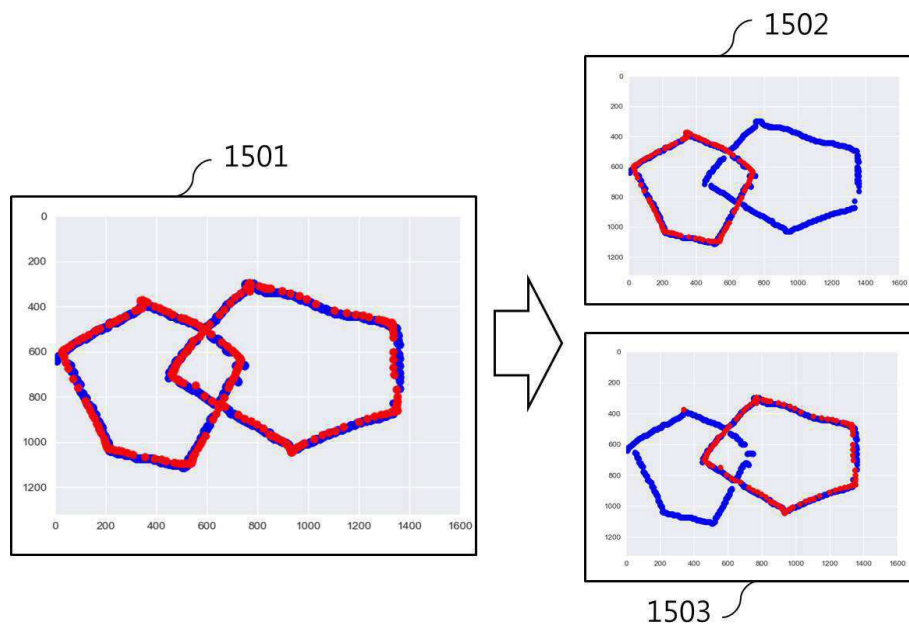
도면13



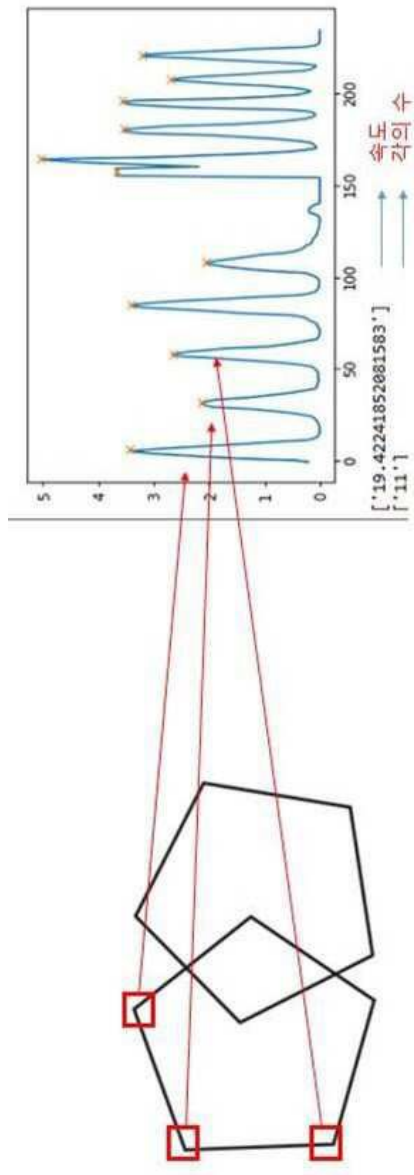
도면14



도면15



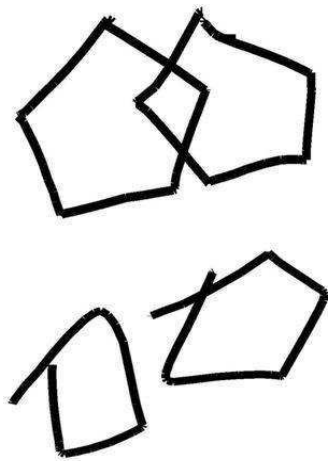
도면16



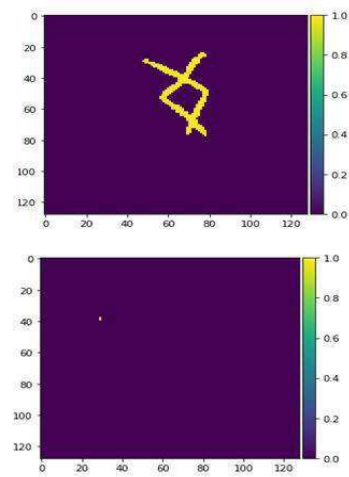
도면17



도면18

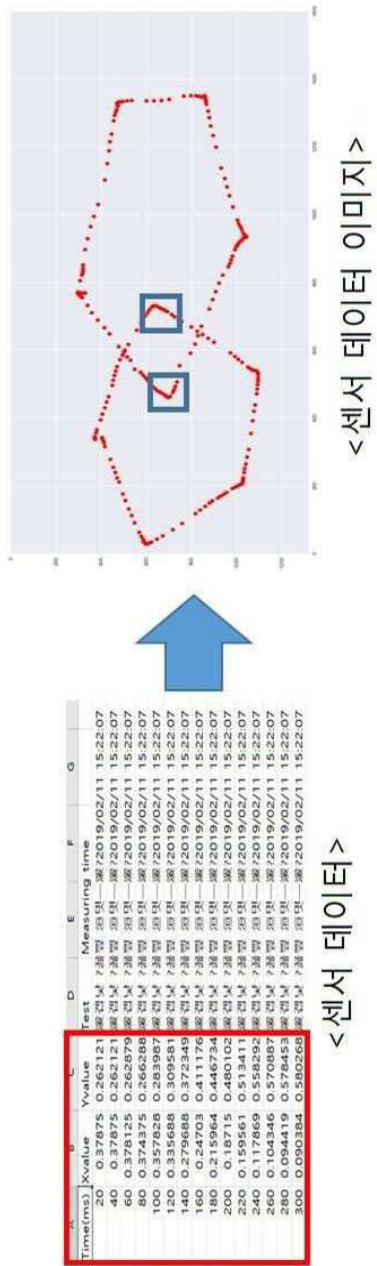


[Test 이미지]

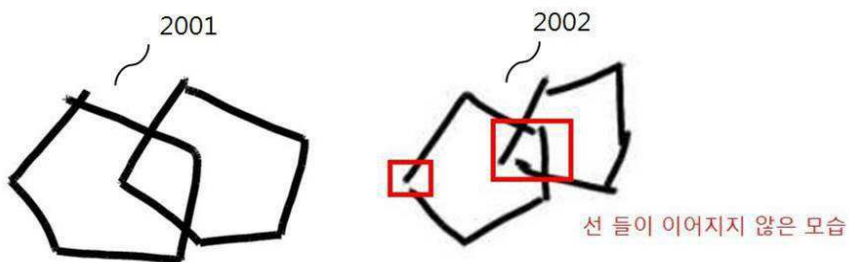


[Segmented 결과]

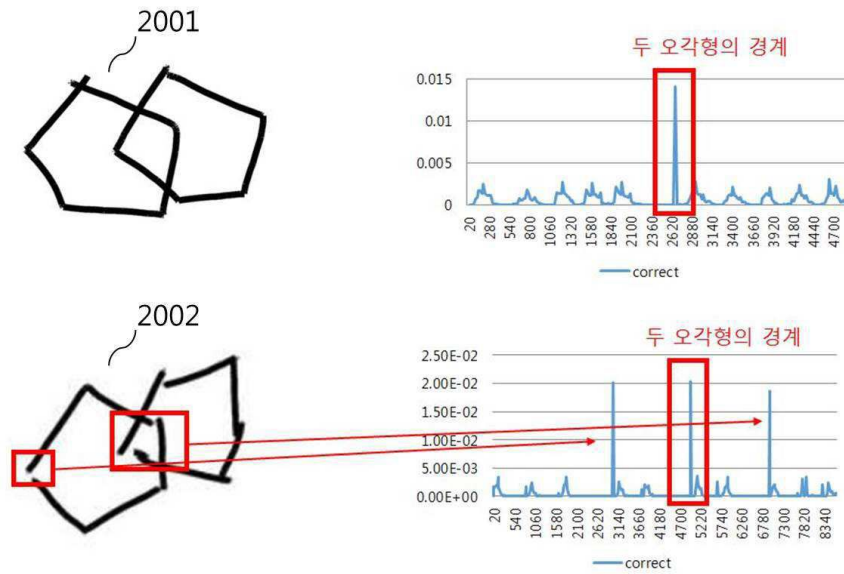
도면19



도면20



도면21



도면22

Qualitative scoring method for the pentagon copying test (QSPT)		
Parameters	Performance scores	Assigned scores
1. Numbers of angles	10	4
	10 ± 1	3
	10 ± 2	2
	7-5	1
	< 5 or > 13	0
2. Distance/Intersection	Correct Intersection	4
	Wrong Intersection	3
	Contact without Intersection	2
	No contact, distance < 1 cm	1
	No contact, distance > 1 cm	0
3. Closure/opening*	Closing both figures	2
	Closing only one figure	1
	Opening both figures	0
4. Rotation**	Correct orientation of both figures	2
	Rotation of one figure (either one figure is absent or it is not a pentagon then it is not assessable)	1
	Rotation of both figures (or both not assessable like pentagons)	0
5. Closing-in	Absent	1
	Present	0
Total	Sum of 1+2+3+4+5	0-13

*Figure is considered close even though two sides do not touch each others but the distance is ≤ 1 mm.

**When there is not a figure or figure is not a pentagon (then rotation is not assessable) score is 0. When rotation is less than 45° , figure is not considered rotated. Tremor is ignored.