



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월17일
(11) 등록번호 10-2718501
(24) 등록일자 2024년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/11 (2006.01)
A61B 5/16 (2006.01) G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/50 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/1128 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0108223
(22) 출원일자 2022년08월29일
심사청구일자 2022년08월29일
(65) 공개번호 10-2024-0031456
(43) 공개일자 2024년03월08일
(56) 선행기술조사문헌
Ibrahim Abdulrab Ahmed 외 6명, Eye
Tracking-Based Diagnosis and Early Detection
of Autism Spectrum Disorder Using Machine
Learning and Deep Learning Techniques,
Electronics 2022, 11(4), 530
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대
학교)
루먼랩 주식회사
세종특별자치시 조치원을 군청로 93, 세종 사이언
스 비즈 플라자 지상 6층 601호
(72) 발명자
박유량
서울특별시 송파구 올림픽로 435, 310동 1801호
(신천동, 파크리오)
고찬영
서울시 서대문구 이화여대1길 25 MJ더 퍼스트 이
대 1404호
임재현
서울시 송파구 문정로 55, 문정푸르지오 1차 104
동 1103호
(74) 대리인
특허법인비엘티

전체 청구항 수 : 총 10 항

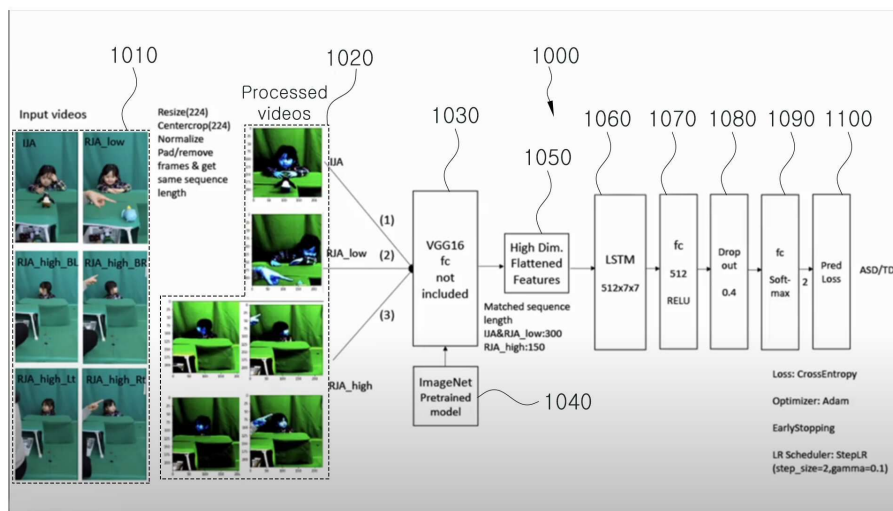
심사관 : 유창용

(54) 발명의 명칭 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법 및 진단 장치

(57) 요약

공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법 및 진단 장치가 제공된다. 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법은, 대상 영유아에 대한 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 수신하는 단계, 공동 주의에 기반하여 움직이는 영유아의 아이 트래킹을 포함하는 영상 데이터 및 진단 데이터를 결합한 학습데이터를 이용하여 기학습된 딥 러닝 모델을 기반으로, 적어도 하나의 영상을 입력으로 적어도 하나의 영상에서 공동 주의에 대한 특징을 추출하고, 추출된 특징을 입력으로 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류하는 단계, 및 분류된 결과 값을 기초로 대상 영유아에 대한 진단 결과를 제공하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

A61B 5/163 (2020.05)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/50 (2018.01)
A61B 2503/04 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

Kirsty E. Graham 외 5명, Detecting joint attention events in mother-infant dyads: Sharing looks cannot be reliably identified by naive third-party observers, PLOS ONE(2021.07.23.)
 JP2011206542 A
 KR1020220107587 A
 KR1020220093629 A
 KR1020210146825 A
 KR1020210044116 A
 US20160262613 A1
 US20150227681 A1
 KR102518310 B1

명세서

청구범위

청구항 1

장치에 의해 수행되는, 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법에 있어서,

대상 영유아에 대한 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 수신하는 단계;

상기 공동 주의에 기반하여 움직이는 영유아의 아이 트래킹을 포함하는 영상 데이터 및 진단 데이터를 결합한 학습데이터를 이용하여 기학습된 딥 러닝 모델을 기반으로, 상기 적어도 하나의 영상을 입력으로 상기 적어도 하나의 영상에서 상기 공동 주의에 대한 특징(feature)을 추출하고, 추출된 상기 특징을 입력으로 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류(classification)하는 단계; 및

분류된 결과 값을 기초로 상기 대상 영유아에 대한 진단 결과를 제공하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 영상은,

자발적 공동 주의에 기반하여, 상기 대상 영유아를 기준으로 원거리에 배치된 제1 물체 및 근거리에 배치된 제2 물체 중 적어도 하나를 통한 상기 대상 영유아 및 검사자 간의 상호 작용을 포함하고,

상기 딥 러닝 모델은,

상기 자발적 공동 주의에 관한 특징을 추출하여, 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류하는 모델인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 영상은, 제1 기간 동안 촬영된 영상이고, 제1 프레임 개수를 갖는 영상인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 영상은,

수동적 공동 주의에 기반하여, 상기 대상 영유아를 기준으로 원거리에 배치된 제1 물체 및 근거리에 배치된 제2 물체 중 적어도 하나를 이용하여 수행되는 테스트 요청에 따른 상기 대상 영유아의 신체 움직임 및 아이 트래킹을 포함하고,

상기 딥 러닝 모델은,

상기 수동적 공동 주의에 관한 특징을 추출하여, 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류하는 모델인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 영상은,

상기 제2 물체를 이용하여 수행되는 테스트 요청에 따른 상기 대상 영유아의 신체 움직임 및 아이 트래킹을 포함하고,

제1 기간 동안 촬영되고 제1 프레임 개수를 갖는 영상인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 영상은,

상기 대상 영유아를 기준으로 왼쪽 방향 또는 오른쪽 방향에 배치된 상기 제1 물체를 이용하여 수행되는 테스트 요청에 따른 상기 대상 영유아의 신체 움직임 및 아이 트래킹을 포함하고,

제1 기간보다 짧은 제2 기간 동안 촬영되고 제1 프레임 개수보다 적은 제2 프레임 개수를 갖는 영상인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 영상 데이터는,

배치되는 위치가 서로 상이한 복수 개의 촬영 장치들 각각에 의해 획득된 영상을 포함하고, 각 촬영 장치 별로 획득된 영상을 하나의 세트로서 하여 복수 개의 세트로 구분되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 영상 데이터는,

상기 적어도 하나의 영상은, 2D 카메라, 3D 카메라, ToF(Time of Flight) 카메라, 라이트 필드 카메라(light field camera), 스테레오 카메라, 이벤트 카메라, 적외선 카메라, 라이다(lidar) 센서 및 어레이(array) 카메라 중 적어도 하나의 촬영 장치에 의해 획득되며,

상기 아이 트래킹은,

아이트래커(eye tracker)에 의해 확인되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 9

사용자 단말로부터 대상 영유아에 대한 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 수신하고, 상기 사용자 단말에 상기 대상 영유아에 대한 진단 결과를 전송하는 통신 모듈; 및

공동 주의에 기반하여 움직이는 영유아의 아이 트래킹을 포함하는 영상 데이터 및 진단 데이터를 결합한 학습데이터를 이용하여 기학습된 딥 러닝 모델을 기초로, 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 판별하여 상기 진단 결과를 생성하는 제어모듈을 포함하고,

상기 딥 러닝 모델은,

상기 적어도 하나의 영상을 입력으로 상기 적어도 하나의 영상에서 상기 공동 주의에 대한 특징(feature)을 추출하고, 추출된 상기 특징을 입력으로 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류(classification)하며, 분류된 결과 값을 상기 진단 결과로 출력하는 것을 특징으로 하는, 진단 장치.

청구항 10

하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 상기 제1 항 내지 제8 항 중 어느 한 항의 장치에 의해 수행되는, 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법을 수행하기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된, 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 딥 러닝

[0001]

모델을 이용하여 공동 주의 기반의 영유아에 대한 발달 장애를 진단하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 발달장애(developmental disabilities)는 ADHD, 자폐스펙트럼장애, 뇌성마비, 발달지연(developmental delay), 언어장애, 학습장애, 지적장애, 감각장애(청각 및 시각) 등을 아우르는 포괄적인 명칭이다. 발달장애를 진단받은 아동의 수는 전 세계적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 1990년부터 2016년의 연구를 정리한 논문에 의하면 주의력결핍 과잉행동증후군(ADHD), 자폐스펙트럼장애 (Autism Spectrum Disorder; ASD), 지적장애 (Intellectual Disability; ID)로 확진된 아동은 한국에서 10만명, 미국의 81만명, 유럽 235만명, 중동 428만 명라고 한다. 인도는 5년 사이에 발달지연 아동의 수가 4배로 증가, 일본은 20년 사이에 7.4배로 증가하였으며, 한국의 경우, 2003-2017년 동안 발달장애의 유병률이 0.6%에서 2.5%로 4배 이상 증가하였으며, 자폐스펙트럼장애, 발달지연, 언어장애 각각의 발생률이 13.75, 817.6%, 30.7%씩 증가하였다. (Rah et al., 2020) 위 연구결과들로 미루어 보아 아동발달장애의 심각성이 국내외 모두 증가하고 있다 할 수 있겠다.
- [0003] 소아 발달장애 진단은 30~150만원, 치료는 주 10시간 정도 수행되기 때문에 대략 월 220만원 (5~12만원/1시간 소요) 정도 지출되어 저소득계층의 아이들은 진단/진료조차 받지 못하는 환경이다. 소아정신과 전문의의 진료, 자폐스펙트럼장애 검사가 포함된 심리평가와 치료가 가능한 시설이 서울과 수도권에 집중되어 운영되며, 대학병원의 경우 기본 대기시간이 3년 이상으로 병원 접근성이 낮아 지방이나 농어촌지역 아동 접근성이 현저히 떨어진다.
- [0004] 발달장애를 가진 아동들은 다양한 삶의 측면에서 어려움을 겪게 된다. 지적장애 아동을 같은 연령의 정상 아동과 비교할 경우 phonological-loop capacity(음향정보 유지 조작)와 central-executive tests(주의 통제 및 판단 과정 계획 수립)에서 더 낮은 점수를 기록하며, 발달장애를 겪는 아동의 81.8%가 운동기능 측면에서 하위 16%를 기록한다. 심리사회적 문제와 정신건강의 악화 또한 빼놓을 수 없는 문제로, 경계선 지능 장애와 경증의 발달장애 겪는 아동 중 최대 60%의 아동이 행동과 감정에 있어서의 문제가 있는 것으로 확인되며, 정신 건강적인 측면에서 있어서 정상 아동과는 유의한 차이가 있다.
- [0005] 소아 발달장애는 일생에 걸쳐서 지속된다. 발달단계에서 일부 변화를 볼 수 있는데 조기 진단을 통한, 가족의 지원, 성장하면서 받은 교육이나 훈련 프로그램들이 성인기의 독립적인 생활을 포함한 장기적인 예후(prognosis)에 긍정적인 영향을 끼치는 것으로 알려졌다 (Szymanski, 1999). 미국 National Institute for Early Education Research에 따르면 아동 두뇌 발달의 85%는 5세 이전에 일어난다. 또한 만 5-6세 무렵의 표현 언어와 전체적인 인지 기능 수준이 아이의 평생 예후를 결정하게 된다. 이때까지 배워온 언어와 인지기능을 기반으로 하여 빠른 속도로 새로운 지식과 기술을 습득하며 독립된 어른으로 성장해 나가나, 적절한 시기에 치료 받지 못한 아이들은 발달이 정체되어 인지 및 사회성 발달의 정도의 차이가 점차 더 커지게 된다. 보건사회연구소의 조사에 따르면 환자 1인당 평생 손실액이 3.5억원, 부모의 작업손실액이 1조 6천억원에 달하며, 대상 질환의 규모 및 심각성 개입 효과가 아동 정신건강문제 전체에서 제1순위로 가장 높다. 이와 같은 높은 사회경제적 비용과 일생에 걸친 영향에도 불구하고 다른 주요정신질환인 치매, 성인기 우울장애 및 정신증적장애에 비해 국가 연구개발비 지원이 매우 제한적이다.
- [0006] 따라서, 영유아의 활동 모습을 촬영한 영상을 통해 해당 영유아의 아이트래킹을 포함하는 움직임 분석함으로써, 발달 장애를 진단할 수 있도록 하는 기술이 개발될 필요가 있다. 또한, 영유아의 활동 모습을 촬영한 영상을 통해 영유아의 발달 장애 여부를 구별하기 위한 연구가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2021-0085264호, 2021.07.08.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 영유아의 활동 모습을 촬영한 영상을 분석함으로써, 발달

장애를 진단할 수 있도록 하는 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법은, 대상 영유아에 대한 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 수신하는 단계, 상기 공동 주의에 기반하여 움직이는 영유아의 아이 트래킹을 포함하는 영상 데이터 및 진단 데이터를 결합한 학습데이터를 이용하여 기학습된 딥 러닝 모델을 기반으로, 상기 적어도 하나의 영상을 입력으로 상기 적어도 하나의 영상에서 상기 공동 주의에 대한 특징(feature)을 추출하고, 추출된 상기 특징을 입력으로 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류(classification)하는 단계, 및 분류된 결과 값을 기초로 상기 대상 영유아에 대한 진단 결과를 제공하는 단계를 포함한다.

[0011] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 다른 방법, 다른 시스템 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공될 수 있다.

[0012] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 바에 의하면, 본 발명은 영유아의 활동 모습을 촬영한 영상을 분석함으로써, 발달 장애를 용이하게 진단할 수 있도록 한다.

[0014] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 시스템의 네트워크 구조를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 방법을 나타내는 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 영유아 발달 장애를 진단하기 위해 조성된 관찰 환경의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 영유아 발달 장애를 진단하기 위한 관찰 결과에 따른 대상 영유아의 움직임의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 영유아 발달 장애 진단 서비스를 제공받는 사용자 단말의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥 러닝 모델을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0017] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다

(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "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 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

- [0018] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 시스템의 네트워크 구조를 나타내는 도면이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 시스템(10)은 촬영 장치(200), 진단 장치(100) 및 사용자 단말(300)을 포함할 수 있다.
- [0022] 촬영 장치(200)는 영유아 발달 장애를 진단하기 위해 조성된 관찰 공간 내에 배치되는 것으로, 그 공간 내에서 검사자와 대상 영유아 간의 상호작용, 및 테스트 요청에 따른 대상 영유아의 신체 움직임 및 아이트래킹을 포함하는 영상을 획득한다.
- [0023] 촬영 장치(200)는 적어도 하나 이상의 카메라를 포함할 수 있는데, 이로써 진단 시에 서로 상이한 위치에 배치된 각각의 카메라를 통해 다양한 방향에서 촬영된 영상이 동시에 획득, 적어도 하나 이상의 영상이 획득될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나 이상의 카메라는 2D 카메라, 3D 카메라, ToF(Time of Flight) 카메라, 라이트 필드 카메라(light field camera), 스테레오 카메라, 이벤트 카메라, 적외선 카메라, 라이다(lidar) 센서 및 어레이(array) 카메라 중 적어도 하나일 수 있다. 또한, 촬영 장치(200)는 아이트래커(eye tracker)를 더 포함하여 구성될 수 있는데, 이때, 아이트래커는 거치형 아이트래커 및 웨어러블 아이트래커 중 적어도 하나의 형태로 제공될 수도 있고, 카메라에 일체형으로 구비되어 제공될 수도 있다. 즉, 적어도 하나 이상의 카메라 및/또는 아이트래커는 다양한 종류 및 형태로 설치될 수 있으며, 이를 한정하지 않는다.
- [0024] 일 실시예에서, 촬영 장치(200)는 딥 러닝 모델의 학습 데이터로 이용될 영상을 촬영할 수 있다. 학습 데이터로 이용될 영상은 영상 데이터로서 진단 장치(100)에 제공될 수 있다.
- [0025] 진단 장치(100)는 촬영 장치(200)로부터 적어도 하나의 영상을 획득하고, 그 획득된 영상을 분석하여 수동적 공동주의(Response to joint attention, RJA) 또는 자발적 공동주의(Initiation of joint attention, IJA) 여부에 따라 대상 영유아에 대한 진단 결과를 출력하여 제공한다.
- [0026] 진단 장치(100)는, 촬영 장치(200)로부터 제공된 영상을 포함하는 영상 데이터와, 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 나타내는 진단 데이터를 딥 러닝 모델의 학습 데이터로 이용할 수 있다. 진단 장치(100)는 학습 데이터를 이용하여 딥 러닝 모델을 학습시킬 수 있다. 딥 러닝 모델은 진단 장치(100) 내 저장될 수 있다.
- [0027] 진단 장치(100)는 그 진단 결과를 미리 설정된 사용자 단말(300)로 제공할 수 있으며, 이때, 사용자 단말(300)은 검사자 및/또는 대상 영유아의 보호자 각각의 단말로서 적어도 하나 이상 등록될 수 있다.
- [0028] 진단 장치(100)는, 사용자 단말(300)로부터 적어도 하나의 영상을 획득할 수 있다. 적어도 하나의 영상에서는 대상 영유아의 움직임이 포함될 수 있다. 그리고, 진단 장치(100)는, 사용자 단말(300)로부터 획득된 적어도 하나의 영상을 기학습된 딥 러닝 모델의 입력으로 이용할 수 있다. 그리고, 진단 장치(100)는 딥 러닝 모델을 통해 적어도 하나의 영상에서 대상 영유아가 발달 장애인지 아니면 정상인지 여부를 진단할 수 있다. 그리고, 진단 장치(100)는 진단 결과를 사용자 단말(300)에 전송할 수 있다.
- [0029] 사용자 단말(300)은 적어도 하나 이상의 카메라를 포함할 수 있다. 또한, 사용자 단말(300)은 영상을 수신하거나, 진단 장치(100)의 진단 결과를 수신하기 위한 통신부를 포함할 수 있다. 또한, 사용자 단말(300)은 진단 장치(100)의 진단 결과를 제공받기 위해 사용자 단말(300) 내에서 수행되는 어플리케이션을 포함할 수 있다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

- [0031] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(100)는 통신모듈(110), 저장모듈(130) 및 제어모듈(150)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0032] 통신모듈(110)은 영유아 발달 장애를 진단할 수 있도록 하기 위해 촬영 장치(200) 및 사용자 단말(300)과 적어도 하나의 정보 또는 데이터를 송수신한다. 이때, 촬영 장치(200) 및 사용자 단말(300)은 적어도 하나 이상일 수 있다. 또한, 이 통신모듈(101)은 촬영 장치(200) 및 사용자 단말(300), 그 외 다른 장치들과의 통신을 수행할 수도 있는 것으로, 무선 인터넷 기술들에 따른 통신망에서 무선 신호를 송수신하도록 한다.
- [0033] 무선 인터넷 기술로는, 예를 들어 WLAN(Wireless LAN), Wi-Fi(Wireless-Fidelity), Wi-Fi(Wireless Fidelity) Direct, DLNA(Digital Living Network Alliance), WiBro(Wireless Broadband), WiMAX(World Interoperability for Microwave Access), HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), HSUPA(High Speed Uplink Packet Access), LTE(Long Term Evolution), LTE-A(Long Term Evolution-Advanced) 등이 있으며, 진단 장치(100)는 앞에서 나열되지 않은 인터넷 기술까지 포함한 범위에서 적어도 하나의 무선 인터넷 기술에 따라 데이터를 송수신하게 된다.
- [0034] 근거리 통신(Short range communication)을 위한 것으로서, 블루투스(Bluetooth™), RFID(Radio Frequency Identification), 적외선 통신(Infrared Data Association; IrDA), UWB(Ultra Wideband), ZigBee, NFC(Near Field Communication), Wi-Fi(Wireless-Fidelity), Wi-Fi Direct, Wireless USB(Wireless Universal Serial Bus) 기술 중 적어도 하나를 이용하여, 근거리 통신을 지원할 수 있다. 이러한, 근거리 무선 통신망(Wireless Area Networks)을 진단 장치(100) 및 촬영 장치(200) 간, 진단 장치(100) 및 사용자 단말(300) 간 무선 통신을 지원할 수 있다. 이때, 근거리 무선 통신망은 근거리 무선 개인 통신망(Wireless Personal Area Networks)일 수 있다.
- [0035] 그러나, 이는 일 실시예일 뿐, 진단 장치(100) 및 촬영 장치(200)는 유선통신을 기반으로 데이터를 송수신하도록 구성될 수도 있으며, 이를 한정하지 않는다.
- [0036] 일 실시예에서, 통신모듈(110)은 사용자 단말(300)로부터 대상 영유아에 대한 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 수신할 수 있다. 통신모듈(110)은 제어모듈(150)에 의해 생성된 대상 영유아에 대한 진단 결과를 사용자 단말(300)에 전송할 수 있다.
- [0037] 저장모듈(130)은 영유아 발달 장애를 진단하기 위해 필요한 적어도 하나의 데이터(정보) 및 적어도 하나의 프로세스는 물론, 그외 각종 데이터(정보)들을 저장한다. 예를 들어, 영유아 발달 장애를 진단하기 위한 프로그램, 적어도 하나의 사용자(대상 영유아, 대상 영유아의 보호자, 검사자, 검사센터 등) 정보 등을 데이터로서 저장할 수 있다. 그 외에도, 저장모듈(130)은 영유아 발달 장애를 진단하기 위한 방법을 실행하기 위한 각종 명령어, 알고리즘 등을 저장한다.
- [0038] 본 발명의 실시예에 따른 진단 장치(100)의 저장모듈(130)은 인공지능을 기반으로 대상 영유아에 대한 진단 결과를 출력(도출)하기 위해 기학습된 딥 러닝 모델을 저장할 수 있다.
- [0039] 이를 위해, 저장모듈(130)은 메모리를 포함할 수 있으며, 메모리는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드 디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory) 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 아울러, 메모리는 일시적, 영구적 또는 반영구적으로 정보를 저장할 수 있으며, 내장형 또는 탈착형으로 제공될 수 있다.
- [0040] 제어모듈(150)은 대상 영유아의 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 획득하고, 그 획득된 적어도 하나의 영상을 기반으로 상기 대상 영유아의 아이트래킹을 포함하는 움직임에 대한 분석을 수행한다. 이후, 제어모듈(150)은 그 분석 결과에 따라 수동적 공동주의(Response to joint attention, RJA) 또는 자발적 공동주의(Initiation of joint attention, IJA) 여부를 판단하고, 인공지능 딥 러닝 모델을 기반으로 대상 영유아에 대한 진단 결과를 출력(도출)하여 제공한다.
- [0041] 일 실시예에서, 딥 러닝 모델은, 아이트래킹 데이터를 포함하는 영상데이터 및 진단데이터를 결합한 학습데이터를 이용하여 기학습된 것일 수 있다.
- [0042] 제어모듈(150)은 분석 결과에 따라 수동적 공동주의(Response to joint attention, RJA) 또는 자발적 공동주의

(Initiation of joint attention, IJA) 여부를 판단할 시, 시간 경과에 따라 변화하는 페이스 랜드마크 각도를 자동으로 측정하고, 그 측정된 각도를 기반으로 헤드-턴(head-turn) 발생 여부를 판단하고, 대상 영유아의 관점에서 미리 설정된 각도 이상의 각도 변화가 미리 설정된 횟수 이상 발생한 것으로 판단한 경우, 교대 응시가 발생한 것으로 결정한다.

[0043] 예를 들어, 자발적 공동주의는 검사자가 대상 영유아가 손을 뻗어 곧바로 잡지 못할 위치에 장난감 1개를 탁상에 올려두고 아동의 행동을 관찰함으로써 판단될 수 있다.

[0044] 예를 들어, 수동적 공동주의는, 검사자가 대상 영유아의 이름을 부른 뒤 손가락으로 탁상에 위치한 장난감(근접한 사물)을 가리켰을 때, 대상 영유아가 그 가리킨 방향으로 시선을 돌리는지 여부를 통해 판단될 수 있다. 이러한 수동적 공동주의를 근접 수동적 공동주의(또는 RJ_A_low)로 지칭될 수 있다. 또는, 수동적 공동주의는, 검사자가 대상 영유아의 이름을 부른 뒤 손가락으로 아동의 전면 상단에 위치한 그림(멀리 배치된 사물)을 가리켰을 때, 대상 영유아가 그 가리킨 방향으로 시선을 돌리는지 여부를 통해 판단될 수 있다. 이러한 수동적 공동주의를 원거리 전방 수동적 공동주의(또는 RJ_A_high)로 지칭될 수 있다. 원거리 전방 수동적 공동주의에서 검사자가 대상 영유아의 이름을 부른 뒤 손가락으로 아동의 전면 상단 왼쪽에 위치한 그림을 가리키거나 아동의 전면 상단 오른쪽에 위치한 그림을 가리킬 수 있다. 또는, 수동적 공동주의는, 검사자가 대상 영유아의 이름을 부른 뒤 손가락으로 아동의 뒷 편 상단에 위치한 그림(멀리 배치된 사물)을 가리켰을 때, 대상 영유아가 그 가리킨 방향으로 시선을 돌리는지 여부를 통해 판단될 수 있다. 이러한 수동적 공동주의를 원거리 후방 수동적 공동주의(또는 RJ_A_high_B)로 지칭될 수 있다. 원거리 전방 수동적 공동주의에서 검사자가 대상 영유아의 이름을 부른 뒤 손가락으로 아동의 뒷 편 상단 왼쪽에 위치한 그림을 가리키거나 아동의 뒷 편 상단 오른쪽에 위치한 그림을 가리킬 수 있다.

[0045] 수동적 공동주의(Response to joint attention, RJ_A) 또는 자발적 공동주의(Initiation of joint attention, IJA) 여부는 하기 <표 1>과 같이 대상 영유아의 아이트래킹을 포함한 움직임을 통해 판단될 수 있다.

표 1

자발적 공동주의 (Initiation of joint attention)	수동적 공동주의 (Response to joint attention)
눈맞춤 + 교대 응시(사물 - 검사자 - 사물 또는 검사자 - 사물 - 검사자)	검사자가 근접한 사물을 손가락으로 가리킬 때 가리킨 곳을 응시한다.
(사물) 가리키기 + 눈맞춤 + 보여주기	검사자가 멀리 위치한 그림을 손가락으로 가리킬 때 가리킨 곳을 응시한다.

[0047] 그러나, 이 또한 일 실시예에 해당하며, 보다 세분화되거나 다른 움직임 요소가 더 반영되어 판단될 수도 있는바, 이를 한정하지 않는다. 다만, 수동적 공동주의를 판단하기 위해서는 아이트래커가 사용될 수 있다. 이로써, 대상 영유아가 검사자가 손가락으로 가리킨 방향을 주시하는지 여부를 객관적으로 평가하는 것이 가능하도록 할 수 있다.

[0048] 제어모듈(150)은, 딥 러닝 모델을 기초로 적어도 하나의 영상으로부터 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 판별하여 상기 진단 결과를 생성할 수 있다. 구체적으로, 제어모듈(150)은, 머신 딥 모델을 이용하여, 상기 적어도 하나의 영상을 입력으로 그 영상에서 공동 주의에 대한 특징(feature)을 추출하고, 추출된 상기 특징을 입력으로 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류(classification)하며, 분류된 결과를 상기 진단 결과로 출력할 수 있다.

[0049] 다른 실시예에서, 딥 러닝 모델은, 공동 주의에 기반하여 움직이는 영유아의 아이 트래킹을 포함하는 영상 데이터 및 진단 데이터를 결합한 학습데이터를 이용하여 학습된 것일 수 있다. 학습데이터에 관한 데이터셋은 <표 2>과 같이 구성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

표 2

	ASD: Autism Spectrum Disorder (N=11)	TD: Typical Development (N=50)	P-value
Age(months)Mean(SD)	49.9 (14.3)	47.9 (12.5)	0.679
Age(months)Median	52.0 [27.0, 68.0]	48.5 [25.0, 72.0]	

Gender(Male)	7 (63.6%)	27 (54.0%)	0.805
FSIQ(Mean(SD))	60.4 (33.2)	101 (28.8)	0.00234
IJA_total_score(Mean (SD))	3.45 (5.05)	16.1 (6.03)	<0.001
RJA_total_success(%) (Mean (SD))	43.9 (32.1)	97.6 (12.0)	<0.001
RJA_low_success(%) (Mean (SD))	47.7 (37.6)	92.8 (22.4)	0.00252
RJA_high_success(%) (Mean (SD))	27.3 (39.4)	96.0 (19.8)	<0.001
CARS_total (Mean (SD))	30.3 (6.07)	15.5 (1.93)	<0.001

- [0051] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 영유아 발달 장애 진단 방법을 나타내는 순서도이다. 도 3을 참조하면, 진단 장치(100)는 촬영 장치(200)로부터 특정 공간 내에서의 검사자와 대상 영유아 간의 상호작용, 및 테스트 요청에 따른 대상 영유아의 신체 움직임 및 아이트래킹을 포함하는 적어도 하나의 영상을 획득하면(S310), 그 대상 영유아의 아이트래킹을 포함하는 움직임에 대한 분석을 수행한다(S330).
- [0052] 그 분석 결과를 기반으로, 대상 영유아의 수동적 공동주의 또는 자발적 공동주의 여부를 판단하고(S350), 그 판단 내용을 이용하여 인공지능 딥 러닝 모델을 기반으로 대상 영유아에 대한 진단 결과를 출력한다(S370).
- [0053] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 영유아 발달 장애를 진단하기 위해 조성된 관찰 환경의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0054] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따라 영유아 발달 장애를 진단하기 위해 조성된 관찰 환경은 일정 공간(A) 내에서 수행되며, 그 일정 공간(A) 내에 배치된 테이블(B)을 기준으로 대상 영유아(1)와 검사자(30)가 마주 보고 앉아 진단을 수행하게 된다. 이때, 대상 영유아(1)의 보호자(20)가 상황(필요)에 따라 그 일정 공간(A) 내에 함께 머무를 수 있다.
- [0055] 이때, 테이블(B) 위에는 근접한 물체(41)로서 적어도 하나의 장난감이 배치될 수 있으며, 대상 영유아의 뒤쪽 벽면 상단에는 멀리 위치한 물체(42)로서 적어도 하나의 이미지(그림)(42a, 42b)이 배치될 수 있다.
- [0056] 검사자(30)가 대상 영유아(1)가 손을 뻗어 곧바로 잡지 못할 위치에 장난감을 탁상에 올려두고 아동의 행동을 관찰함으로써 자발적 공동주의 여부를 판단할 수 있다. 또한 검사자(30)가 대상 영유아(1)의 이름을 부른 뒤, 손가락으로 탁상에 위치한 장난감을 가리켰을 때 대상 영유아가 그 가리킨 방향으로 시선을 돌리는지, 또는 검사자(30)가 대상 영유아(1)의 이름을 부른 뒤, 손가락으로 아동의 뒷 편 상단에 위치한 그림(42a 또는 42b)을 가리켰을 때 대상 영유아가 그 가리킨 방향으로 시선을 돌리는지 여부를 통해 수동적 공동주의 여부를 판단할 수 있다.
- [0057] 이때, 이러한 진단 과정은 일정 공간(A) 내에 설치된 촬영 장치(200)에 의해 촬영될 수 있으며, 그 촬영된 적어도 하나의 영상이 진단 장치(100)로 송신되게 된다. 다만, 도 4에는 촬영 장치(200)로서 하나의 카메라를 도시하였으나, 이는 설명의 편의를 위한 것으로, 복수개의 카메라가 일정 공간(A) 내 서로 상이한 위치에 각각 배치되어 영상을 각각 촬영할 수 있다.
- [0058] 또한, 이러한 과정은 진단 장치(100)의 딥 러닝 모델의 학습 데이터로 이용되는 영상 데이터를 생성하는 과정일 수 있다. 영상 데이터는, 배치되는 위치가 서로 상이한 복수 개의 촬영 장치(200)들 각각에 의해 획득된 영상을 포함할 수 있다 그리고, 영상 데이터는 각 촬영 장치 별로 획득된 영상을 하나의 세트로서 하여 복수 개의 세트 로 구분될 수 있다.
- [0059] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 영유아 발달 장애를 진단하기 위한 관찰 결과에 따른 대상 영유아의 움직임의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0060] 도 5를 참조하면, 촬영된 적어도 하나의 영상을 통해 분석된 관찰 결과로서 시간 경과에 따라 변화하는 페이스 랜드마크(face landmark) 각도를 자동으로 측정한 것이다. 대상 영유아의 공동주의를 유도하기 위해 헤드 턴(head turn)을 실시하였으며, 그 움직임에 따른 각도 변화를 확인할 수 있다.
- [0061] 이상에서 기술한 본 발명의 일 실시예에 따른 영유아 발달 장애 진단 방법은, 하드웨어인 장치와 결합되어 실행되기 위해 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다.

- [0062] 예를 들어, 검사자 및/또는 대상 영유아의 보호자는 각각 자신이 사용하는 사용자 단말을 통해 어플리케이션을 설치 및 실행하여 영유아 발달 장애 진단 서비스를 제공받을 수 있다. 이 경우, 도 6의 (a) 내지 (b)에 도시된 바와 같이 검사자 및/또는 대상 영유아의 보호자가 각각의 사용자 단말을 통해 직접 촬영을 수행될 수 있는데, 이때, 행동 유도 가이드 및 촬영 가이드가 제공되어 검사자 및/또는 대상 영유아의 보호자가 진단에 적합한 영상을 용이하게 촬영하도록 할 수 있다. 그렇게 촬영된 영상은 도 6의 (c) 내지 (d)에 도시된 바와 같이 비식별화 처리 및 업로드 될 수 있다.
- [0063] 한편, 도 7의 (a) 내지 (b)에 도시된 바와 같이, 각각의 검사 항목에 따른 다양한 미션(mission)이 주어질 수 있으며, 검사자 및/또는 대상 영유아의 보호자는 그 미션에 해당하는 영상 촬영을 수행할 수 있다.
- [0064] 한편, 도 8의 (a) 내지 (c)에 도시된 바와 같이, 촬영된 영상이 저장되고, 그에 대한 진행률, 재촬영 여부, 평가 결과 등을 검사자 또는 대상 영유아의 보호자의 사용자 단말에 디스플레이 해줌으로써 용이하게 확인 가능하도록 할 수 있다.
- [0065] 한편, 영유아 발달 장애 진단 서비스를 이용하고자 하는 검사자 및/또는 대상 영유아의 보호자 각각의 단말은 컴퓨터, UMPC(Ultra Mobile PC), 워크스테이션, 넷북(net-book), PDA(Personal Digital Assistants), 포터블(portable) 컴퓨터, 웹 태블릿(web tablet), 무선 전화기(wireless phone), 모바일 폰(mobile phone), 스마트폰(smart phone), 패드(Pad), 스마트 워치(Smart watch), 웨어러블(wearable) 단말, e-북(e-book), PMP(portable multimedia player), 휴대용 게임기, 네비게이션(navigation) 장치, 블랙 박스(black box), 디지털 카메라(digital camera), 기타 이동통신 단말 등일 수 있다. 그러나, 이는 하나의 실시예일 뿐, 웹페이지에 접속함으로써 영유아 발달 장애 진단 서비스를 제공받을 수도 있다.
- [0066] 상기 기술한 프로그램은, 상기 컴퓨터가 프로그램을 읽어 들여 프로그램으로 구현된 상기 방법들을 실행시키기 위하여, 상기 컴퓨터의 프로세서(CPU)가 상기 컴퓨터의 장치 인터페이스를 통해 읽힐 수 있는 C, C++, JAVA, 기 제어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다. 이러한 코드는 상기 방법들을 실행하는 필요한 기능들을 정의한 함수 등과 관련된 기능적인 코드(Functional Code)를 포함할 수 있고, 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 소정의 절차대로 실행시키는데 필요한 실행 절차 관련 제어 코드를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 코드는 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 실행시키는데 필요한 추가 정보나 미디어가 상기 컴퓨터의 내부 또는 외부 메모리의 어느 위치(주소 번지)에서 참조되어야 하는지에 대한 메모리 참조관련 코드를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 컴퓨터의 프로세서가 상기 기능들을 실행시키기 위하여 원격(Remote)에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 통신이 필요한 경우, 코드는 상기 컴퓨터의 통신 모듈을 이용하여 원격에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 어떻게 통신해야 하는지, 통신 시 어떠한 정보나 미디어를 송수신해야 하는지 등에 대한 통신 관련 코드를 더 포함할 수 있다.
- [0067] 상기 저장되는 매체는, 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상기 저장되는 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있지만, 이에 제한되지 않는다. 즉, 상기 프로그램은 상기 컴퓨터가 접속할 수 있는 다양한 서버 상의 다양한 기록매체 또는 사용자의 상기 컴퓨터상의 다양한 기록매체에 저장될 수 있다. 또한, 상기 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장될 수 있다.
- [0068] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0069] 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 진단 장치(100)에 의해 수행될 수 있으며, 공동 주의 기반의 영유아의 발달 장애를 진단하는 방법일 수 있다.
- [0070] 대상 영유아에 대한 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 수신하는 단계가 수행될 수 있다(S910). 구체적으로, 사용자 단말(300)이 대상 영유아에 대한 활동 모습을 포함하는 적어도 하나의 영상을 촬영하고, 전용 어플리케이션을 통해 그 영상을 업로드할 수 있다. 업로드된 영상은 유/무선 통신을 통해 진단 장치(100)에 제공될 수 있다.
- [0071] 딥 러닝 모델을 기반으로, 적어도 하나의 영상을 입력으로 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류하는 단계가 수행될 수 있다(S930). 구체적으로, 진단 장치(100)는, 딥 러닝 모델을 기반으로, 상기 적어도 하나의 영상을 입력으로 상기 적어도 하나의 영상에서 상기 공동 주의에 대한 특징(feature)을 추출하고, 추출된 상기 특징을 입력으로 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류(classification)할 수 있다. 여

기서, 딥 러닝 모델은, 상기 공동 주의에 기반하여 움직이는 영유아의 아이 트래킹을 포함하는 영상 데이터 및 진단 데이터를 결합한 학습데이터를 이용하여 기학습될 수 있다.

[0072] 분류된 결과 값을 기초로 상기 대상 영유아에 대한 진단 결과를 제공하는 단계가 수행될 수 있다(S950). 구체적으로, 진단 장치(100)는 딥 러닝 모델을 통해 출력된 결과 값을 기초로 진단 결과를 생성하고, 생성된 진단 결과를 사용자 단말(300)에 전송할 수 있다. 분류된 결과 값은 발달 장애에 대응되는 확률값과 정상에 대응되는 확률값을 포함하는 벡터일 수 있다. 진단 결과는 발달 장애 또는 정상을 나타낼 수 있다.

[0073] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥 러닝 모델을 설명하기 위한 도면이다.

[0074] 도 10을 참조하면, 진단 장치(100)에 제공되는 입력 영상들(1010)은, 테스트 별로 구분되는 영상을 적어도 하나 포함할 수 있다. 예를 들면, 입력 영상들(1010)은, 자발적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 IJA), 근접 수동적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_low), 원거리 후방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_BL, RJA_high_BR), 원거리 전방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_Lt, RJA_high_Rt) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 자발적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 IJA)은, 자발적 공동 주의에 기반하여, 상기 대상 영유아를 기준으로 원거리에 배치된 제1 물체 및 근거리에 배치된 제2 물체 중 적어도 하나를 통한 상기 대상 영유아 및 검사자 간의 상호 작용을 포함할 수 있다. 원거리 전방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_Lt, RJA_high_Rt) 및 원거리 후방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_BL, RJA_high_BR)은, 수동적 공동 주의에 기반하여, 상기 대상 영유아를 기준으로 원거리에서 왼쪽 방향 또는 오른쪽 방향에 배치된 제1 물체를 이용하여 수행되는 테스트 요청에 따른 상기 대상 영유아의 신체 움직임 및 아이 트래킹을 포함할 수 있다. 근접 수동적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_low)은, 수동적 공동 주의에 기반하여, 상기 대상 영유아를 기준으로 근거리에 배치된 제2 물체를 이용하여 수행되는 테스트 요청에 따른 상기 대상 영유아의 신체 움직임 및 아이 트래킹을 포함할 수 있다.

[0075] 입력 영상들(1010)의 해상도는, 예를 들면 540 X 960, 또는 1080 X 1920일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 입력 영상들(1010)의 프레임 레이트는, 예를 들며 30 fps일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0076] 입력 영상들(1010)은, 상대적으로 짧은 기간의 영상으로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 입력 영상들(1010)은 5~10초 내 클립 영상일 수 있다. 하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 입력 영상들(1010) 각각은, 테스트 별로 정해진 길이의 영상일 수 있다. 예를 들어, 자발적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 IJA)은 제1 기간 동안 촬영된 영상이고, 제1 프레임 개수를 갖는 영상이며, 이때 제1 기간은, 예를 들면 10초이고, 제1 프레임 개수는 300개일 수 있다. 예를 들어, 근접 수동적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_low)은, 제1 기간 동안(예를 들면 10초) 촬영된 영상이고, 제1 프레임 개수(예를 들면 300개)를 갖는 영상일 수 있다. 원거리 후방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_BL, RJA_high_BR)은, 제1 기간보다 짧은 제2 기간(예를 들면 5초) 동안 촬영되고 제1 프레임 개수보다 적은 제2 프레임 개수(예를 들면 150개)를 갖는 영상일 수 있다. 원거리 전방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_Lt, RJA_high_Rt)은, 제1 기간보다 짧은 제2 기간(예를 들면 5초) 동안 촬영되고 제1 프레임 개수보다 적은 제2 프레임 개수(예를 들면 150개)를 갖는 영상일 수 있다. 하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이와 같이 비교적 짧은 기간의 입력 영상들(1010)이 딥 러닝 모델(1000)에 입력됨으로써, 실시간 모니터링 또는 실시간 스크리닝을 통해 발달 장애 여부를 구별할 수 있는 효과가 있다.

[0077] 처리된 영상들(1020)은 입력 영상들(1010)이 제어모듈(150)에 의해 처리된 것일 수 있다. 처리된 영상들(1020)의 경우, 입력 영상들(1010) 대비 사이즈(예를 들면 도 10의 Resize(224)), 센터크롭(예를 들면 도 10의 Centercrop(224)), 노멀라이즈(예를 들면 도 10의 Normalize), 패드/리무브(예를 들면 도 10의 Pad/remove), 프레임(예를 들면 도 10의 frames & get), 동일 시퀀스(예를 들면 도 10의 same sequence), 길이(예를 들면 도 10의 length) 등이 변경될 수 있다.

[0078] 처리된 영상들(1020) 중 적어도 하나가 딥 러닝 모델(1000)에 입력될 수 있다.

- [0079] 일 실시예에서, 딥 러닝 모델(1000)은 특정 테스트에 대한 모델일 수 있다. 예를 들면, 딥 러닝 모델(1000)은 자발적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 IJA)을 입력으로 하여, 상기 자발적 공동 주의에 관한 특징을 추출함으로써 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류하는 모델일 수 있다. 또는, 딥 러닝 모델(1000)은 상기 수동적 공동 주의에 관한 특징을 추출하여, 상기 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 분류하는 모델일 수 있다. 구체적으로, 딥 러닝 모델(1000)은 근접 수동적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_low)을 입력으로 하여 발달 장애 여부를 구별하기 위한 모델일 수 있다. 또는, 딥 러닝 모델(1000)은 원거리 후방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_BL, RJA_high_BR)을 입력으로 하여 발달 장애 여부를 구별하기 위한 모델일 수 있다. 또는, 딥 러닝 모델(1000)은 원거리 전방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_Lt, RJA_high_Rt)을 입력으로 하여 발달 장애 여부를 구별하기 위한 모델일 수 있다.
- [0080] 다른 실시예에서, 딥 러닝 모델(1000)은 적어도 두 개 이상의 테스트에 대한 모델일 수 있다. 예를 들면, 딥 러닝 모델(1000)은 자발적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 IJA), 근접 수동적 공동주의에 따라 움직이는 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_low), 원거리 후방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_BL, RJA_high_BR), 원거리 전방 수동적 공동주의에 따라 대상 영유아를 포함하는 영상(예를 들면 도 10의 Input videos에서 RJA_high_Lt, RJA_high_Rt) 중 적어도 두 개의 영상을 입력으로 하여 발달 장애 여부를 구별하기 위한 모델일 수 있다.
- [0081] 딥 러닝 모델(1000)은 특징 추출부(1030), 이미지넷 프리트레인드 모델(1040), 플랫튼 피쳐부(1050), 분류부(106), 완전 연결부(1070), 드롭 아웃부(1080), 소프트맥스부(1090), 및 로스 예측부(1100)를 포함할 수 있다.
- [0082] 특징 추출부(1030)는, 처리된 영상들(1020)을 입력으로 하여, 처리된 영상들(1020)에서 공동주의에 대한 특징을 추출할 수 있다. 특징 추출부(1030)는, 예를 들면, CNN(Convolutional Neural Network)로 구현될 수 있다. 구체적으로, 특징 추출부(1030)는, 폴리 커넥티드 레이어를 제외한 VGG16으로 구현될 수 있다. 하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0083] 이미지넷 프리트레인드 모델(1040)은 이미지넷 데이터셋에 학습된 모델일 수 있다. 이미지넷 프리트레인드 모델(1040)은 당업자에게 알려진 모델을 이용할 수 있다.
- [0084] 플랫튼 피쳐부(1050)는, 특징 추출부(1030)로부터 추출된 특징들을 분류부(106)에 입력으로 이용하기 위해, 정렬된 벡터를 생성할 수 있다. 플랫튼 피쳐부(1050)는 당업자에게 알려진 모델을 이용할 수 있다.
- [0085] 분류부(106)는 플랫튼 피쳐부(1050)에 의해 가공된 입력 벡터를 입력으로 대상 영유아의 발달 장애 여부를 분류할 수 있다. 분류부(106)는, 예를 들면 LSTM(Long Short Term Memory)로 구현될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0086] 분류부(106)에 의해 분류된 값은 완전 연결부(1070), 드롭 아웃부(1080), 소프트맥스부(1090), 및 로스 예측부(1100)에 제공되며, 완전 연결부(1070), 드롭 아웃부(1080), 소프트맥스부(1090), 및 로스 예측부(1100)를 통해 출력된 결과 값은 발달 장애(예를 들면, 도 10에 도시된 ASD)와 정상(예를 들면, 도 10에 도시된 TD) 각각에 대한 확률값으로 표현될 수 있다.
- [0087] 전술한 바에 의하면, 짧은 클립의 영상을 이용하여 대상 영유아가 발달 장애인지 정상인지 여부를 딥 러닝 모델을 통해 구분함으로써, 딥 러닝 모델의 성능을 개선하는 효과가 있다.
- [0088] 또한, 전술한 바에 의하면, 딥 러닝 모델의 입력으로 짧은 클립의 영상을 이용함으로써, 보다 빠르게 대상 영유아의 발달 장애 여부를 스크리닝하는 효과가 있다.
- [0089] 또한, 전술한 바에 의하면, 빠른 스크리닝이 가능한 딥 러닝 모델을 제공함으로써, 사용자에게 편의성을 제공할 수 있다.
- [0090] 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.

[0091] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이지 않은 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

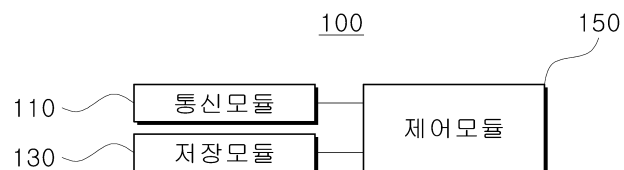
[0092] 10: 시스템
20: 보호자
30: 검사자
100: 진단 장치
110: 통신모듈
130: 저장모듈
150: 제어모듈
200: 촬영 장치
300: 사용자 단말
1000: 딥 러닝 모델

도면

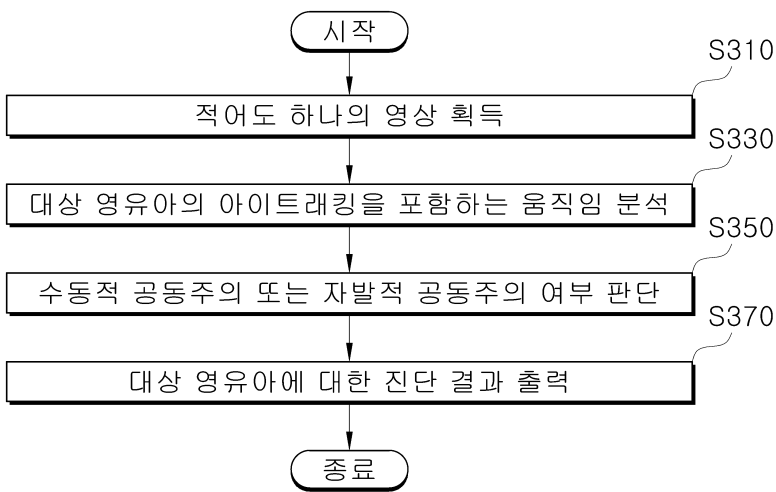
도면1



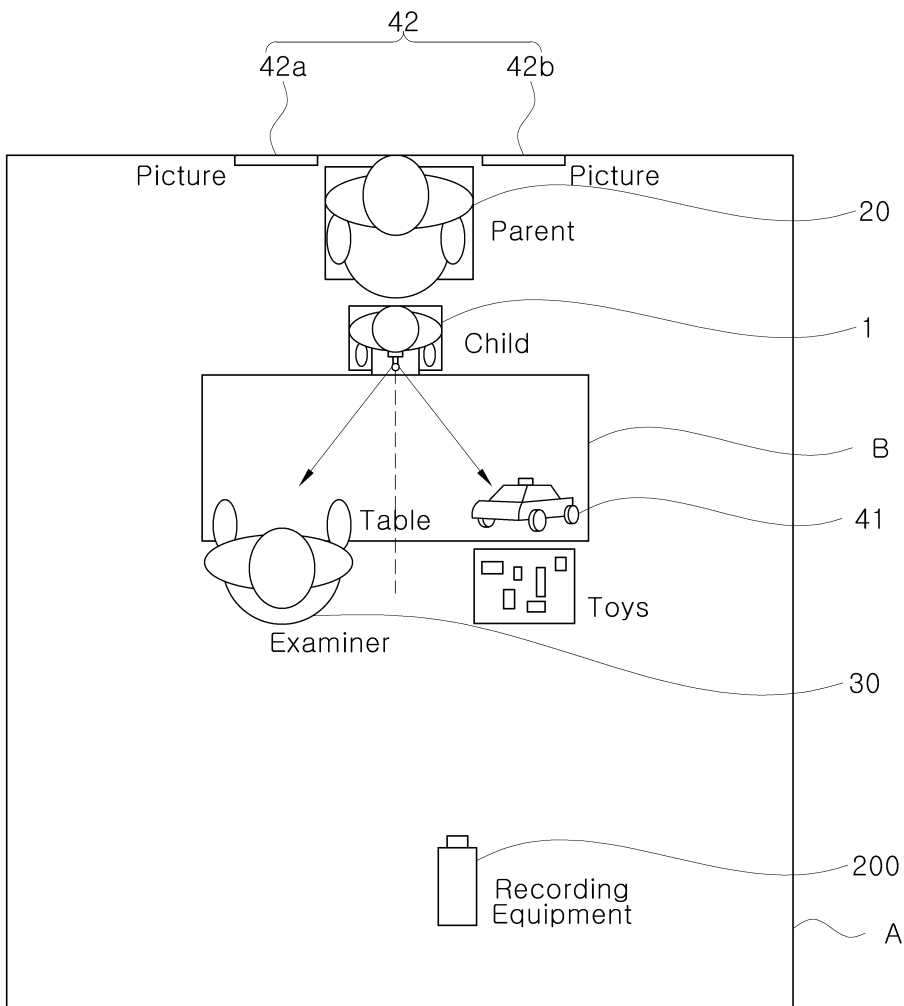
도면2



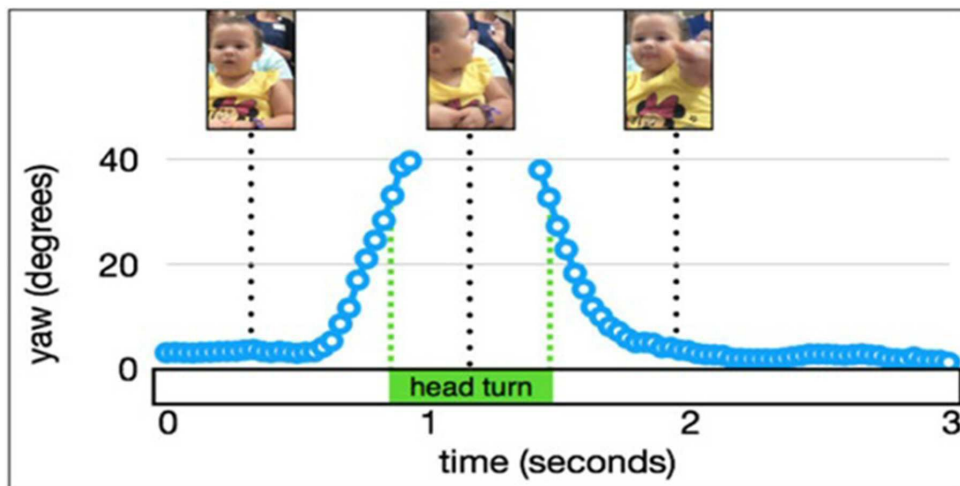
도면3



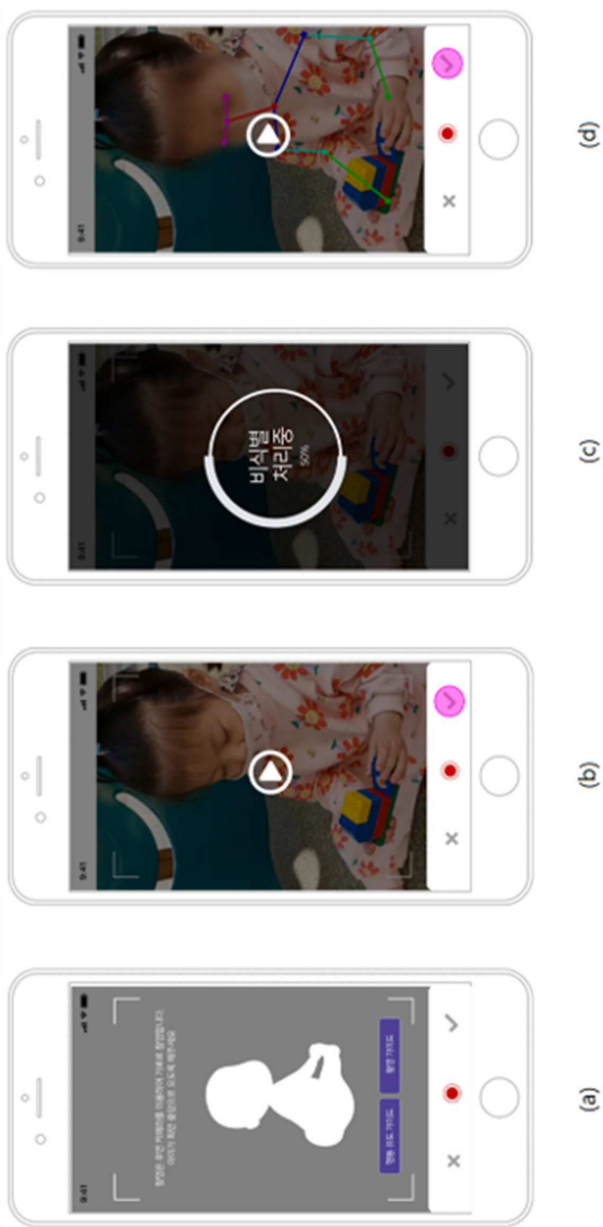
도면4



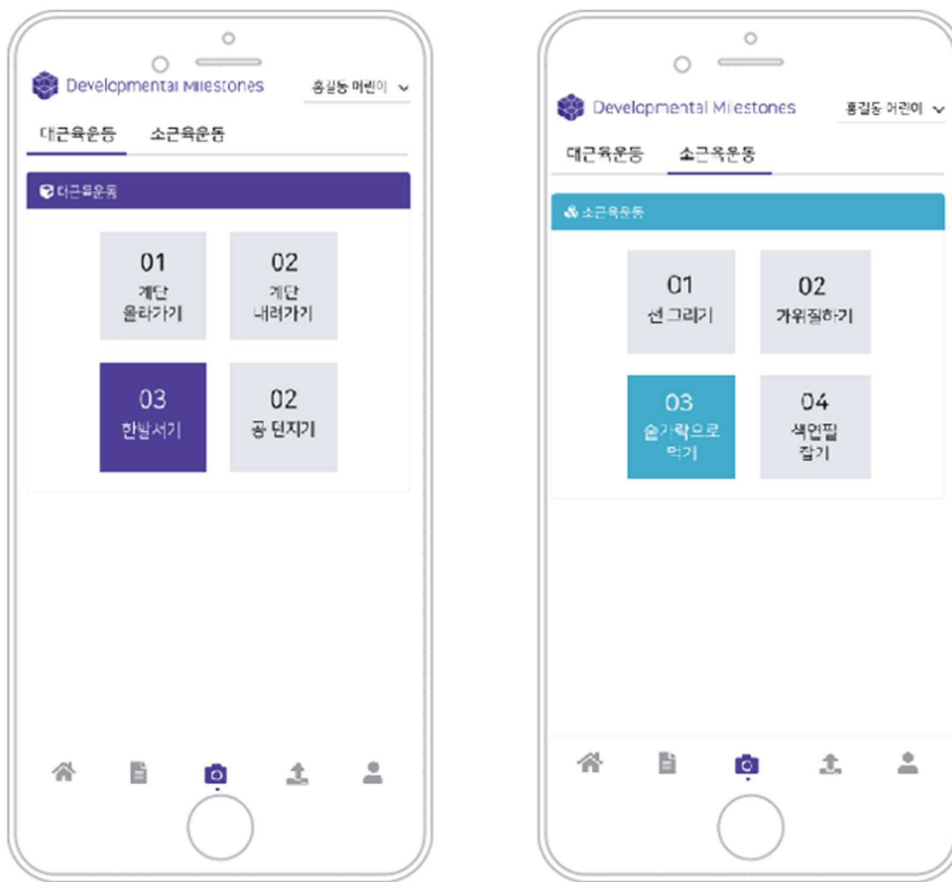
도면5



도면6



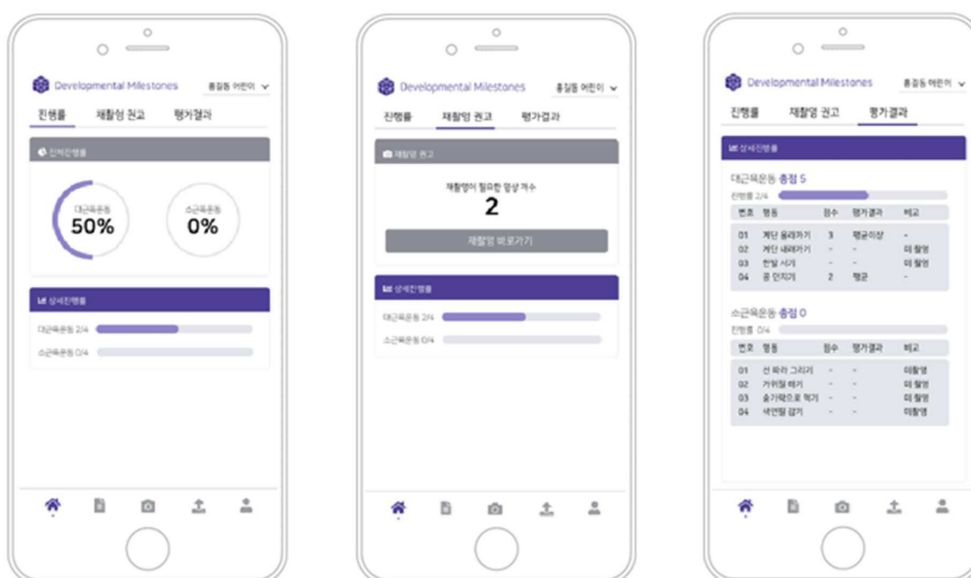
도면7



(a)

(b)

도면8

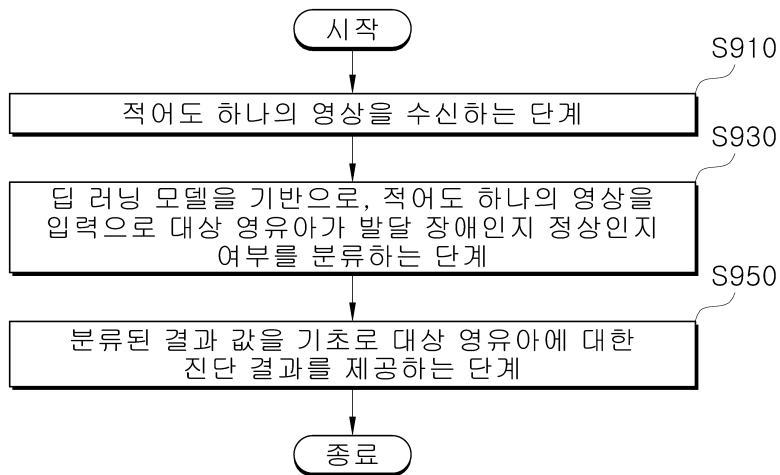


(a)

(b)

(c)

도면9



도면10

