



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0097031
(43) 공개일자 2024년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/16 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
G16H 30/40 (2018.01) G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/163 (2020.05)
A61B 5/0013 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0178487

(22) 출원일자 2022년12월19일

심사청구일자 2022년12월19일

(71) 출원인

한림대학교 산학협력단

강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)

주식회사 뉴로이어즈

강원특별자치도 춘천시 후석로420번길 7, 7층 72
4호(후평동, 춘천하이테크타워)

(72) 발명자

홍성광

경기도 성남시 분당구 수내로 192번길 25

임은천

안양시 동안구 인덕원로16번길 11-7

조창제

경기도 안양시 동안구 관악대로345번길

(74) 대리인

특허법인 티앤아이

전체 청구항 수 : 총 12 항

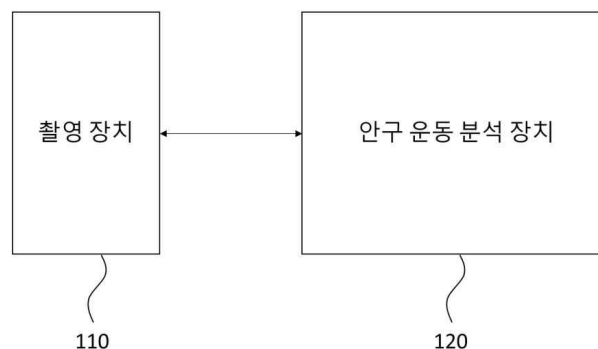
(54) 발명의 명칭 안구 운동 분석 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 안구 운동 분석 장치에서 수행되는 안구 운동 분석 방법으로서, 안면부 영상을 수신하는 단계, 상기 안면부 영상에서 안구의 중점 위치를 결정하는 안구 부분에 해당하는 안구 영상을 획득하는 단계, 상기 안구 영상에서 중점 위치의 이동을 기초로 안구 움직임을 분석하는 단계, 및 상기 안구 움직임을 시각적으로 표시하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/4023 (2013.01)

A61B 5/7405 (2013.01)

A61B 5/742 (2021.01)

A61B 5/746 (2013.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711157238
과제번호	2021M3A9G1097761
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술 개발 사업
연구과제명	이신경학적질환을 위한 디지털 헬스 플랫폼과 생태계 조성
기 여 율	1/2
과제수행기관명	뉴로이어즈㈜
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345347131
과제번호	2018R1D1A1B07045305
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야 기초 연구사업
연구과제명	평형유지를 위한 전정감각과 extra-전정감각의 복합적인 통합에 대한 기능적 뇌연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한림대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.02 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

안구 운동 분석 장치에서 수행되는 안구 운동 분석 방법에 있어서,

- (a) 안면부 영상을 수신하는 단계;
- (b) 상기 안면부 영상에서 안구의 중점 위치를 결정하여 안구 부분에 해당하는 안구 영상을 획득하는 단계;
- (c) 상기 안구 영상에서 중점 위치의 이동을 기초로 안구 움직임을 분석하는 단계; 및
- (d) 상기 안구 움직임의 방향을 시각적으로 표시하는 단계를 포함하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (b) 단계는,

상기 안면부 영상에서 영상 분할을 통해 동공 객체를 검출하는 단계; 및

상기 검출한 동공 객체를 기초로 동공 객체의 무게 중심을 계산하여 안구의 중점 위치를 탐색하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

상기 안구 영상에서 인공지능 모델을 이용하여 눈 깜빡임을 검출하고, 상기 눈 깜빡임을 뜬 상태, 감고 있는 상태, 및 감은 상태로 분류하는 단계;

상기 안구 영상에서 눈 깜빡임의 분류 중 뜬 상태 및 감고 있는 상태로 분류된 영상을 추출하는 단계;

상기 안구 영상에서 눈 깜빡임의 분류 중 감고 있는 상태의 중점 위치는 눈꺼풀에 의해 가려진 안구 부분을 복원하여 중점 위치를 예측하는 단계; 및

상기 안구 영상에서 눈 깜빡임의 분류 중 감은 상태의 중점 위치는 상기 감은 상태 이전의 감고 있는 상태 및 상기 감은 상태 이후의 뜬 상태의 중점 위치를 기초로 보간하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

상기 안구 영상에서 감은 상태가 일정 시간 이상 지속되는 경우에는, 검진자에게 청각적 알람을 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 (c)단계는,

상기 추출한 영상에서 안구의 수직, 수평, 또는 회전 움직임 중에 느린 성분과 빠른 성분으로 이루어진 안구 움직임을 검출하는 단계; 및

상기 추출한 영상에서 안구의 수직, 수평, 또는 회전 움직임 중에 느린 성분으로만 이루어진 안구 움직임 또는 빠른 성분으로만 이루어진 안구 움직임을 검출하는 단계를 포함하되,

상기 회전 움직임은 상기 추출한 영상에서 안구의 수직 및 수평 움직임이 동시에 발생하는 움직임으로 정의되는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

상기 느린 성분으로만 이루어진 안구 움직임 또는 빠른 성분으로만 이루어진 안구 움직임이 검출된 경우에는, 검사자에게 시각적 알람을 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

상기 추출한 영상에서 단위 시간당 안구의 수직 또는 수평 움직임의 변화량의 크기가 가장 큰 피크값(peak)이 있는 프레임을 키프레임으로 선정하는 단계;

상기 선정한 키프레임을 기초로 느린 성분의 속도를 설정하는 단계; 및

상기 느린 성분의 속도를 기준으로 임계치 이상인 경우에는 빠른 성분으로 결정하고 임계치 미만인 경우에는 느린 성분으로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 추출한 영상의 단위 시간당 수직 또는 수평 움직임 중 하나의 움직임의 속도가 임계치 미만이고 다른 하나의 움직임의 속도가 임계치 이상인 경우에는, 임계치 이상의 속도를 가지는 수직 또는 수평 방향을 움직임 방향으로 결정하는 단계; 및

상기 추출한 영상의 단위 시간당 수직 및 수평 움직임의 속도가 임계치 이상인 경우에는 안구의 움직임을 회전 움직임으로 판단하고 수평 방향을 회전 방향으로 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 추출한 영상에서 단위 시간당 움직임의 변화량의 크기가 가장 큰 피크값이 있는 프레임을 키프레임으로 선정하는 단계; 및

상기 선정한 키프레임에서 관찰되는 안구의 방향을 화살표의 방향으로 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

상기 안구 움직임이 수직, 수평, 또는 회전에 해당한다는 안구 움직임의 방향과 함께 안구 움직임의 성분 중 빠른 성분의 방향에 해당하는 화살표의 방향을 제공하는 단계; 및

상기 안구 움직임을 애니메이션으로 표현하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 안구 운동 분석 방법.

청구항 11

안면부 영상을 수신하는 안면부 영상 수신부;

상기 안면부 영상에서 안구의 중점 위치를 결정하는 안구 부분에 해당하는 안구 영상을 획득하는 안구 영상 획득부;

상기 안구 영상에서 중점 위치의 이동을 기초로 안구 움직임을 분석하는 안구 움직임 분석부; 및

상기 안구 움직임의 방향을 시각적으로 표시하는 분석 결과 출력부를 포함하는 안구 운동 분석 장치.

청구항 12

컴퓨터 판독 가능 매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램에 있어서,

상기 컴퓨터 프로그램의 명령이 실행될 경우, 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 방법이 수행되는 것을

특징으로 하는 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 안구 운동 분석 기술에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 원격지에서 환자 얼굴의 노출없이 안구의 움직임을 관찰하여 안구 운동을 분석하는 안구 운동 분석 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신경이과학 분야의 주된 질환 중 하나인 어지럼은 안구움직임의 관찰을 통해 진단이 가능한데, 특히 두위의 변화에 대응하는 안구움직임, 즉, 전정안구반사의 측정은 어지럼 환자에서 반드시 시행되어야 할 가장 핵심적 관찰 과정의 하나이다. 최근 메타버스는 가상현실 기기를 착용하고 구현되고 있고 이러한 가상현실 기기에는 두위의 움직임을 센싱하는 자이로 센서와 안구의 움직임을 측정하는 안구추적기 등이 부착되기 때문에 어지럼 질환의 진단은 다른 어떤 의학적 질환보다 메타버스 안에서 실제적인 진단과정이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 또한 치료 측면에서도 안구운동과 두위변화를 추적하여 어지럼 치료 계획을 수립하게 되어 어지럼 질환은 메타버스의 플랫폼 활용이 가능할 것으로 기대한다.

[0003] 최근 원격의료의 분야에서도 다양한 방법이 소개되고 있고 국외에서는 실제로 다양한 임상 분야에서 원격의료의 활용되고 있다. 현재까지 신경이과학 분야에서 어지럼 질환에서 사용하는 원격의료의 형태는 비전문가가 시행하는 안구운동검사를 원격지에서의 전문가가 검사장면의 비디오와 안구의 움직임을 보고 진단하여 이를 제공하는 형태이나, 검사의 특성상 환자의 얼굴이 그대로 노출되어야 하고 안구움직임의 직접적인 관찰이 아닌 간접적으로 보는 형태이기 때문에 정보보안이나 여러 가지 진단적 어려움이 있게 된다. 또한 어지럼을 호소하는 환자들은 항상 어지럼을 호소하는 것이 아니고 병원에 내원당시에는 어지럼이 없는 경우가 흔해서 어지럼 발생당시의 안구운동의 측정이 진단에 가장 중요하나 현재는 이를 확인하고 측정할 수 있는 방법은 비디오 촬영 기기 등을 통해 어지럼당시의 눈 움직임을 자가로 측정하여 저장하고 이를 가져오는 방법 외에는 존재하지 않는다.

[0004] 또한 안구움직임은 직접 나안으로 눈의 움직임을 관찰하거나 안진계라는 의료기기를 활용하여 검사한다. 전정기능이 저하되면 병적인 전정안구반사 운동이 나타나게 되고 이때 발생하는 안구의 움직임을 안진이라고 부른다. 안진은 느린 성분과 빠른 성분으로 구성되는데, 예를 들면 우측의 전정기능의 저하가 발생하는 경우 우측으로 향하는 느린 안구운동이 먼저 나타나고 이를 교정하기 위한 빠른 운동이 좌측으로 나타나게 된다. 이 경우 느린 안구운동은 잘 보이지 않고 빠른 안구운동이 더 잘 보이기 때문에 환자의 눈은 빠르게 병변 반대측, 즉 좌측으로 눈이 떨리는 것을 볼 수 있다. 이러한 느린 성분과 빠른 성분의 안구운동 외에 느린 성분만으로 혹은 빠른 성분만으로 구성되는 안구의 움직임을 볼 수가 있는데 이 경우는 많은 경우 중추성 문제를 시사하는 소견이 많으므로 이를 구분하는 것도 중요하다.

[0005] 이러한 안구의 움직임을 관찰하기 위해서 안진계는 눈의 모양을 확대하고 암실 효과를 주어 눈이 특정한 고정점을 보지 않도록 하여 안구의 움직임을 강화하므로 나안으로 보는 것보다 정확한 안구움직임을 관찰할 수 있는 장점이 있다. 그러나 안진계로 안진을 관찰하고 그것을 진단하는 데는 역시 많은 훈련이 필요하다. 또한 직접 안구의 움직임을 관찰하지 못하는 경우 안구의 움직임은 그래프로 표현되어 나타나는데 눈을 깜빡이거나 감고 있는 경우에 안구의 움직임은 제대로 그래프로 표시되어 나타나지 않으므로 검사자는 환자가 눈을 뜨도록 지속적으로 집중하여 설명을 해야 하는 불편함이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0027210호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 환자 얼굴의 직접적인 노출 없이 안구의 움직임을 원격지에서 관찰하며 안구 운동을 분석하는

안구 운동 분석 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

- [0008] 본 발명의 목적은 딥러닝에 의해 학습된 알고리즘을 통해 진단에 보조적으로 활용할 수 있는 안구의 움직임 해석하여 안구 움직임의 방향을 나타내는 화살표를 제공하는 안구 운동 분석 방법 및 장치를 제공하는데 있다.
- [0009] 본 발명의 목적은 안구 운동의 측정에 정확도를 떨어뜨리는 경우가 발생하는 경우에는 자동으로 분석에서 제외하고 환자가 검사에 집중할 수 있도록 청각적인 피드백을 제공하는 안구 운동 분석 방법 및 장치를 제공하는데 있다.
- [0010] 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

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제1 측면은, 안구 운동 분석 장치에서 수행되는 안구 운동 분석 방법에 있어서, (a) 안면부 영상을 수신하는 단계, (b) 상기 안면부 영상에서 안구의 중점 위치를 결정하여 안구 부분에 해당하는 안구 영상을 획득하는 단계, (c) 상기 안구 영상에서 중점 위치의 이동을 기초로 안구 움직임을 분석하는 단계, 및 (d) 상기 안구 움직임의 방향을 시각적으로 표시하는 단계를 포함한다.
- [0012] 바람직하게, 상기 (b) 단계는, 상기 안면부 영상에서 영상 분할을 통해 동공 객체를 검출하는 단계, 및 상기 검출한 동공 객체를 기초로 동공 객체의 무게 중심을 계산하여 안구의 중점 위치를 탐색하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 바람직하게, 상기 (c) 단계는, 상기 안구 영상에서 인공지능 모델을 이용하여 눈 깜빡임을 검출하고, 상기 눈 깜빡임을 뜬 상태, 감고 있는 상태, 및 감은 상태로 분류하는 단계, 상기 안구 영상에서 눈 깜빡임의 분류 중 뜬 상태 및 감고 있는 상태로 분류된 영상을 추출하는 단계, 상기 안구 영상에서 눈 깜빡임의 분류 중 감고 있는 상태의 중점 위치는 눈꺼풀에 의해 가려진 안구 부분을 복원하여 중점 위치를 예측하는 단계, 및 상기 안구 영상에서 눈 깜빡임의 분류 중 감은 상태의 중점 위치는 상기 감은 상태 이전의 감고 있는 상태 및 상기 감은 상태 이후의 뜬 상태의 중점 위치를 기초로 보간하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 바람직하게, 상기 (d) 단계는, 상기 안구 영상에서 감은 상태가 일정 시간 이상 지속되는 경우에는, 검진자에게 청각적 알람을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 바람직하게, 상기 (c) 단계는, 상기 추출한 영상에서 안구의 수직, 수평, 또는 회전 움직임 중에 느린 성분과 빠른 성분으로 이루어진 안구 움직임을 검출하는 단계, 및 상기 추출한 영상에서 안구의 수직, 수평, 또는 회전 움직임 중에 느린 성분으로만 이루어진 안구 움직임 또는 빠른 성분으로만 이루어진 안구 움직임을 검출하는 단계를 포함하되, 상기 회전 움직임은 상기 추출한 영상에서 안구의 수직 및 수평 움직임이 동시에 발생하는 움직임으로 정의될 수 있다.
- [0016] 바람직하게, 상기 (d) 단계는, 상기 느린 성분으로만 이루어진 안구 움직임 또는 빠른 성분으로만 이루어진 안구 움직임이 검출된 경우에는, 검진자에게 시각적 알람을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 바람직하게, 상기 (c) 단계는, 상기 추출한 영상에서 단위 시간당 안구의 수직 또는 수평 움직임의 변화량의 크기가 가장 큰 피크값(peak)이 있는 프레임을 키프레임으로 선정하는 단계, 상기 선정한 키프레임을 기초로 느린 성분의 속도를 설정하는 단계, 및 상기 느린 성분의 속도를 기준으로 임계치 이상인 경우에는 빠른 성분으로 결정하고 임계치 미만인 경우에는 느린 성분으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 바람직하게, 상기 추출한 영상의 단위 시간당 수직 또는 수평 움직임 중 하나의 움직임의 속도가 임계치 미만이고 다른 하나의 움직임의 속도가 임계치 이상인 경우에는, 임계치 이상의 속도를 가지는 수직 또는 수평 방향을 움직임 방향으로 결정하는 단계, 및 상기 추출한 영상의 단위 시간당 수직 및 수평 움직임의 속도가 임계치 이상인 경우에는 안구의 움직임을 회전 움직임으로 판단하고 수평 방향을 회전 방향으로 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 상기 추출한 영상에서 단위 시간당 움직임의 변화량의 크기가 가장 큰 피크값이 있는 프레임을 키프레임으로 선정하는 단계, 및 상기 선정한 키프레임에서 관찰되는 안구의 방향을 화살표의 방향으로 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 바람직하게, 상기 (d) 단계는, 상기 안구 움직임이 수직, 수평, 또는 회전에 해당한다는 안구 움직임의 방향과 함께 안구 움직임의 성분 중 빠른 성분의 방향에 해당하는 화살표의 방향을 제공하는 단계, 및 상기 안구 움직

입을 애니메이션으로 표현하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제2 측면은, 안구 운동 분석 장치로서, 안면부 영상을 수신하는 안면부 영상 수신부, 상기 안면부 영상에서 안구의 중점 위치를 결정하는 안구 부분에 해당하는 안구 영상을 획득하는 안구 영상 획득부, 상기 안구 영상에서 중점 위치의 이동을 기초로 안구 움직임을 분석하는 안구 움직임 분석부, 및 상기 안구 움직임의 방향을 시각적으로 표시하는 분석 결과 출력부를 포함한다.

[0022] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제3 측면은 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램에 있어서, 상기 컴퓨터 프로그램의 명령이 실행될 경우, 안구 운동 분석 방법이 수행되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0023] 상기한 바와 같이 본 발명에 의하면, 환자 얼굴의 직접적인 노출이 요구되지 않으므로 환자 정보 유출의 문제를 최소화할 수 있고, 안구의 움직임을 메타버스안에서 가상의 아바타에게 동일하게 표현하는 원격의료 플랫폼에 적용하여 어지럼을 진단하는데 활용할 수 있는 효과가 있다.

[0024] 또한, 안구의 방향을 나타내는 화살표를 제공하므로 검사자가 안구의 움직임의 용이하게 파악할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 또한, 환자가 검사에 집중하지 않아 제대로 된 데이터가 확보되지 않는 경우에는 자동으로 해당 데이터를 제외하고 환자에게 피드백을 제공하므로 안구 운동 분석의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 소프트웨어로 구성되므로 일정 성능을 갖춘 카메라가 구비되어 있는 경우에 범용적인 활용이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 안구 운동 분석 시스템에 대한 구성도이다.

도 2는 일 실시예에 따른 안구 운동 분석 장치를 나타내는 블록도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 안구 운동 분석 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 4 내지 7은 일 실시예에 따른 안구 운동 분석 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 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 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. "및/또는"은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0029] 비록 제1, 제2 등이 다양한 소자, 구성요소 및/또는 섹션들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자, 구성요소 및/또는 섹션들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자, 구성요소 또는 섹션들을 다른 소자, 구성요소 또는 섹션들과 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 소자, 제1 구성요소 또는 제1 섹션은 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 소자, 제2 구성요소 또는 제2 섹션 일 수도 있음은 물론이다.

[0030] 또한, 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0031] 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, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0032] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0033] 또한, 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 안구 운동 분석 시스템에 대한 구성도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 안구 운동 분석 시스템(100)은 촬영 장치(110) 및 안구 운동 분석 장치(120)를 포함하고, 촬영 장치(110) 및 안구 운동 분석 장치(120)는 네트워크를 통해 연결되어 데이터를 송수신할 수 있다.
- [0036] 촬영 장치(110)는 검진자의 안면부 영상을 촬영하는 장치이다. 바람직하게, 촬영 장치(110)는 검진자가 소지하면서 어지럼증이 발생할 때마다 수시로 안구 영역을 포함한 안면부 영상을 스스로 촬영할 수 있는 장치로서, 예를 들어, 카메라가 구비되어 있는 모바일 폰 또는 스마트폰일 수 있고, 촬영 장치(110)의 종류는 스스로 촬영할 수 있는 카메라만 구비되어 있다면 다양한 종류가 이용될 수 있다.
- [0037] 안구 운동 분석 장치(120)는 본 발명에 따른 안구 운동 분석 방법을 수행하기 위한 장치로서, 촬영 장치(110)에서 수신한 안면부 영상으로부터 안구의 움직임 분석하고 분석 결과를 검사자에게 제공하여 진단에 이용되도록 한다. 바람직하게, 안구 운동 분석 장치(120)는 컴퓨터로서 안구 운동 분석 방법을 수행하기 위한 어플리케이션 또는 프로그램을 설치하여 실행할 수 있고, 사용자 인터페이스(User Interface)를 구비하여 데이터의 입출력이 제어될 수 있다. 여기에서, 컴퓨터는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 모든 종류의 하드웨어 장치를 의미하는 것이고, 실시예에 따라 해당 하드웨어 장치에서 동작하는 소프트웨어적 구성도 포괄하는 의미로서 이해될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터는 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크톱, 노트북 및 각 장치에서 구동되는 사용자 클라이언트 및 어플리케이션을 모두 포함하는 의미로서 이해될 수 있으며, 또한 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0038] 바람직하게, 안구 운동 분석 시스템은 디지털 트윈 또는 메타버스에 활용될 수 있다. 즉, 촬영 장치(110)를 통해 검진자의 안면부 영상이 촬영되어 안구 운동 분석 장치(120)로 전송되면, 안구 운동 분석 장치(120)는 안면부 영상에서 안구의 움직임만을 추출하여 안구의 움직임을 메타버스 가상의 아바타의 안구 움직임에 동일하게 표현할 수 있고, 검사자가 아바타의 안구 움직임을 관찰하여 검진자의 어지럼증을 진단하도록 할 수 있다. 이 경우, 가상의 아바타를 이용하기 때문에 검진자의 얼굴이 직접 드러나지 않아 정보 유출이나 보안 등의 문제가 더 효율적으로 해결될 수 있다. 안구 운동 분석 장치(120)를 통해 수행되는 안구 운동 분석 방법은 디지털 트윈 또는 메타버스에 적용될 수 있지만 이하에서는 적용 분야를 한정하여 설명하지 않는다.
- [0039] 일 실시예에서, 도 1에 도시하지는 않았으나, 안구 운동 분석 시스템(100)은 검사자 단말을 포함할 수 있고, 검사자 단말은 안구 운동 분석 장치(120)와 연결되어 안구 운동 분석 장치(120)로부터 분석 결과를 제공받아 출력할 수 있고 검사자로부터 분석 결과에 대한 피드백을 입력 받아 안구 운동 분석 장치(120)로 전송할 수 있다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 안구 운동 분석 장치를 나타내는 블록도이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 안구 운동 분석 장치(120)는 안면부 영상 수신부(210), 안구 영상 획득부(220), 안구 움직임 분석부(230), 분석 결과 출력부(240), 및 제어부(250)를 포함한다. 여기에서, 제어부(250)는 안면부 영상 수신부(210), 안구 영상 획득부(220), 안구 움직임 분석부(230), 및 분석 결과 출력부(240)의 동작 및 데이터의 흐름을 제어한다.
- [0042] 안면부 영상 수신부(210)는 촬영 장치(110)에서 촬영된 안면부 영상을 수신한다. 바람직하게, 안면부 영상 수신부(210)는 촬영 장치(110)로부터 촬영되는 안면부 영상을 실시간으로 수신할 수 있다.
- [0043] 안구 영상 획득부(220)는 안면부 영상 수신부(210)에서 수신한 안면부 영상에서 안구 부분에 해당하는 영상만을 획득한다. 즉, 검진자의 얼굴이 노출되지 않고 안구 운동을 분석하는데 필요한 부분인 안구 부분에 대한 영상만 획득되도록 하는 것이다.
- [0044] 안구 움직임 분석부(230)는 안구 영상 획득부(220)에서 획득한 안구 영상에서 안구의 움직임을 분석하여 안구의 움직임이 느린 성분에 해당하는지, 빠른 성분에 해당하는지, 움직임의 방향이 수직, 수평, 또는 회전인지 등을

분석한다.

- [0045] 분석 결과 출력부(240)는 안구 움직임의 분석 결과를 출력한다. 바람직하게, 분석 결과 출력부(240)는 안구 움직임의 방향을 표시하여 검사자의 진단에 도움을 줄 수 있고, 안구 움직임이 비정상적이거나 안구 움직임이 분석되지 못하는 환경인 경우에는 이에 해당하는 알람을 검사자 또는 검진자에게 제공하여 안구 운동 분석의 정확도가 높아지도록 할 수 있다.
- [0046] 도 2에 도시된 안구 운동 분석 장치(120)의 각 구성을 통하여 수행되는 동작은 이하 도 3을 참조하여 상세하게 설명한다. 도 3을 참조하여 설명될 각 단계는 서로 다른 구성에 의하여 수행되는 것으로 기재하였으나 이에 제한되는 것은 아니며, 실시예에 따라 각 단계들의 적어도 일부는 서로 동일하거나 다른 구성에서 수행될 수도 있다.
- [0047] 도 3은 일 실시예에 따른 안구 운동 분석 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 안면부 영상 수신부(210)는 안면부 영상을 수신한다(단계 S310). 바람직하게, 안면부 영상 수신부(210)는 촬영 장치(110)로부터 실시간으로 안면부 영상을 수신할 수 있고, 안면부 영상은 안구 부분을 포함하는 검진자의 얼굴이 포함된 영상에 해당한다.
- [0049] 안구 영상 획득부(220)는 안면부 영상에서 안구의 중점 위치를 결정하여 안구 부분에 해당하는 안구 영상을 획득한다(단계 S320). 바람직하게, 안구 영상 획득부(220)는 안면부 영상에서 영상 분할(segmentation)을 통해 동공 객체를 검출하고 검출한 동공 객체를 기초로 안구의 중점 위치를 탐색할 수 있다. 보다 구체적으로, 안구 영상 획득부(220)는 안면부 영상의 안구 영상 프레임에서 가장 어두운 부분에 대한 객체 세그멘테이션 인공지능 모델을 통해 동공 영역을 식별하고 동공 영역의 무게 중심(central moment)을 계산하여 안구의 중점 위치를 결정하는 것을 통해 안구 부분에만 해당하는 안구 영상을 획득한다. 예를 들어, 도 4를 참조하면, 안구 영상 획득부(220)는 도 4의 (a)와 같은 안구 영상 프레임에서 안구 영역의 세그멘테이션을 통해 동공 객체(410)를 식별하고 동공의 무게 중심을 계산하여 안구의 중점 위치(420)를 탐색할 수 있다.
- [0050] 안구 움직임 분석부(230)는 안구 영상에서 중점 위치의 이동을 기초로 안구 움직임을 분석하고(단계 S330), 분석 결과 출력부(240)는 안구 움직임의 방향을 시각적으로 표시한다(단계 S340). 바람직하게, 안구 움직임 분석부(230)는 중점 위치에서 시작되는 주시 방향을 나타내는 벡터에 대해 인공지능 모델을 적용하여 예측을 수행하고, 수행한 예측 결과를 기초로 안구의 움직임 방향을 추적할 수 있다.
- [0051] 먼저, 안구 움직임 분석부(230)는 안구 영상에서 인공지능 모델을 이용하여 눈 깜빡임을 검출하고 눈 깜빡임을 뜬 상태, 감고 있는 상태, 감은 상태로 분류할 수 있다. 안구 움직임 분석부(230)는 안구 영상에서 눈 깜빡임의 분류 중 뜬 상태 및 감고 있는 상태로 분류된 영상만 추출하여 안구 움직임을 분석한다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 안구 움직임 분석부(230)는 눈의 상태를 뜬 상태(OPEN), 감고 있는 상태(CLOSING), 및 감은 상태(CLOSED)로 분류할 수 있고, 안구 운동의 분석이 가능한 뜬 상태(OPEN)와 감고 있는 상태(CLOSING)를 추출하여 안구 운동을 분석할 수 있다. 바람직하게, 안구 움직임 분석부(230)는 인공지능 모델을 적용하여 감고 있는 상태에 대해서는 눈꺼풀에 의해 가려진 안구 부분을 복원하여 눈꺼풀에 의해 가려지지 않았을 경우의 중점 위치를 예측하고, 감은 상태에 대해서는 감은 상태의 중점 위치에 대해 감은 상태 이전의 감고 있는 상태에서의 중점 위치와 감은 상태 이후의 뜬 상태의 중점 위치의 보간(interpolation)을 통해 안구 운동을 분석할 수 있다.
- [0052] 일 실시예에서, 안구 움직임 분석부(230)에서 눈 깜빡임의 분류 중 감은 상태가 일정 시간 이상 지속되는 것이 검출되면 분석 결과 출력부(240)는 검진자에게 청각적 알람을 제공할 수 있다. 바람직하게, 분석 결과 출력부(240)는 안구 움직임의 분석을 위해 눈을 뜨라는 청각적 알람을 촬영 장치(110)에 제공할 수 있다. 이 때, 촬영 장치(110)는 스피커 기능을 포함할 수 있고, 안구 운동 분석 장치(120)에 촬영 장치(110)와는 별도로 스피커 장치가 연결된 경우에는 분석 결과 출력부(240)는 별도의 스피커 장치로 청각적 알람을 전송할 수 있다. 예를 들어, 검진자가 스마트폰을 이용하여 안면부 영상을 촬영하여 안구 운동 분석 장치(120)에 제공하는 경우에는 청각적 알람이 스마트폰으로 전송될 수 있고, 검진자가 헤드셋 또는 이어폰을 착용하고 별도의 카메라를 이용하여 안면부 영상을 촬영하여 안구 운동 분석 장치(120)에 제공하는 경우에는 청각적 알람이 헤드셋 또는 이어폰으로 전송될 수 있다.
- [0053] 바람직하게, 안구 움직임 분석부(230)는 눈 깜빡임의 분류 중 뜬 상태 및 감고 있는 상태로 분류되어 추출한 영상에서 안구의 2축 움직임인 수직, 수평, 또는 회전 움직임을 검출하고 검출한 움직임 중에 느린 성분과 빠른 성분으로 이루어진 안구 움직임을 검출할 수 있다. 여기에서, 느린 성분과 빠른 성분에 해당하는 2가지 성분이 동시에 있는 안구의 움직임을 안진이라 하고 안진은 달팽이관 기능 저하 또는 소뇌경색 등의 중추성 질환이 있

는 경우 발생할 수 있는 증상에 해당한다.

- [0054] 먼저, 안구 움직임 분석부(230)는 추출한 영상에서 안구의 수직 및 수평 움직임이 동시에 관찰되는 움직임을 회전 움직임으로 검출할 수 있다. 보다 구체적으로, 안구 움직임 분석부(230)는 추출한 영상의 단위 시간당 수직 및 수평 움직임의 속도가 기설정된 임계치 이상인 경우에는 안구 움직임을 회전 움직임으로 결정할 수 있다. 이는 안구 근육이 원심력을 가지고 안구를 움직일 때 특정 한도 이상의 한 방향으로 특정 토크(torque) 이상 움직일 수 없으므로 수직 및 수평 움직임이 동시에 있을 때 회전 성분으로 정의될 수 있는 것이다.
- [0055] 느린 성분과 빠른 성분을 검출하는 방법에 대해, 보다 구체적으로, 안구 움직임 분석부(230)는 추출한 영상에서 단위 시간당 안구의 수직 또는 수평 움직임의 변화량의 크기가 가장 큰 피크값(peak)이 있는 프레임을 키프레임으로 선정하고 키프레임을 기초로 느린 성분의 속도를 설정한다. 그 다음, 느린 성분의 속도를 기준으로 임계치 이상인 경우에는 빠른 성분으로 결정하고 임계치 미만인 경우에는 느린 성분으로 결정한다. 예를 들어, 안구 움직임 분석부(230)는 동공의 중점 위치의 수직 및 수평 이동 측정을 위해 0.5초(예를 들어, 30FPS 동영상 기준으로 15프레임 내의 프레임들)내에서의 중점 위치의 수직 및 수평 이동 값의 기울기(즉, 이동 속도)값을 프레임 별로 계산하고 이에 대한 이동 평균 값을 계산 한 후, 최근 0.5초 내에서 이동 값이 가장 큰 값의 위치를 키프레임으로 선정할 수 있다. 도 6을 참조하면, 수평(horizontal) 및 수직(vertical)의 속도(gradient) 값의 이동 평균 값을 나타내고 3번 프레임에서 수평 및 수직 속도 값이 전체 윈도우(최근 15프레임)에서 가장 큰 값을 가지므로 3번 프레임이 키프레임으로 선정될 수 있다. 여기에서, 키프레임에서 원점(0번 프레임)을 기준으로 이동 속도값이 양수인 경우에는 수평에서 오른쪽 움직임, 수직에서 위쪽 움직임으로 정의될 수 있고, 이동 속도값이 음수인 경우에는 수평에서 왼쪽 움직임, 수직에서 아래쪽 움직임으로 정의될 수 있으며, 이는 계산 방식에 따라 정반대로 적용될 수도 있다. 또한, 안구 움직임 분석부(230)는 키프레임이 선정되면 키프레임을 기초로 느린 성분의 속도를 설정할 수 있고 느린 성분의 속도를 기준으로 임계치 이상인 경우에는 빠른 성분으로 결정하고 임계치 미만인 경우에는 느린 성분으로 결정할 수 있으며, 여기에서, 임계치는 검사자에 의하여 설정될 수 있다.
- [0056] 바람직하게, 안구 움직임 분석부(230)는 추출한 영상에서 안구의 2축 움직임인 수직, 수평, 또는 회전 움직임 중에 느린 성분으로만 이루어진 안구 움직임 또는 빠른 성분으로만 이루어진 안구 움직임을 검출할 수 있다. 여기에서, 느린 성분과 빠른 성분의 결정은 상기에서 설명한 방식과 동일한 방식으로 결정될 수 있고, 느린 성분으로만 이루어지거나 빠른 성분으로만 이루어진 안구 움직임은 뇌질환이 있는 경우 발생하는 증상에 해당한다.
- [0057] 일 실시예에서, 안구 움직임 분석부(230)를 통해 느린 성분으로만 이루어진 안구 움직임 또는 빠른 성분으로만 이루어진 안구 움직임이 검출되면, 이는 일반적인 전정안구반사 운동이 아닌 뇌질환과 같은 중추성 문제가 있는 경우일 수도 있으므로 분석 결과 출력부(240)는 검사자에게 시각적 알람을 제공할 수 있다. 즉, 분석 결과 출력부(240)는 검사자가 보고 있는 화면에 안구 움직임이 느린 성분 또는 빠른 성분으로만 이루어졌음에 대한 안내 문구 또는 추가 검사(예를 들어, MRI 검사)가 필요하다는 문구를 출력할 수 있다.
- [0058] 일 실시예에서, 움직임 측정을 위한 키프레임 주변의 일정 크기의 프레임 내에 수직, 수평, 또는 회전 움직임의 단위 시간당 이동 값이 기설정된 임계치 미만으로 안구 움직임에 느린 성분과 빠른 성분이 없는 것으로 판단되면, 안구 움직임 분석부(230)는 해당 프레임에 대해 분석 제외 데이터로 구분할 수 있다. 단위 시간당 안구 움직임의 크기가 일정 수치를 넘지 못하면 이동 평균 값을 계산하는 과정에서 기울기 값이 평탄화 되고 윈도우 내에서 선택되지 않으며, 이는 느린 성분과 빠른 성분이 없는 경우로서 검진자가 정상인 상태이므로 중추성 또는 말초성을 가진 검진자의 병변 방향 예측을 수행하는 유의미한 데이터에 해당하지 않아 분석 대상에서 제외되는 것이다.
- [0059] 바람직하게, 안구 움직임 분석부(230)는 느린 성분과 빠른 성분으로 이루어진 안구 움직임에 대해 안구 움직임의 방향을 증강하여 결정할 수 있다. 안구 움직임 분석부(230)는 추출한 영상의 단위 시간당 수직 또는 수평 움직임 중 하나의 움직임의 속도가 임계치 미만이고 다른 하나의 움직임의 속도가 임계치 이상인 경우에는, 임계치 이상의 속도를 가지는 수직 또는 수평 방향을 움직임 방향으로 결정할 수 있다. 또한, 안구 움직임 분석부(230)는 추출한 영상의 단위 시간당 수직 및 수평 움직임의 속도가 임계치 이상에 해당하여 안구의 움직임이 회전 움직임으로 판단되면 수평 방향을 회전 방향으로 결정할 수 있다.
- [0060] 바람직하게, 안구 움직임 분석부(230)는 수직, 수평, 또는 회전 방향(right, left, up, down)을 결정한 후, 분석 결과 출력부(240)를 통해 출력될 화살표의 방향을 결정할 수 있다. 안구 움직임 분석부(230)는 단위 시간당 움직임의 편차가 가장 큰 피크에 해당하는 키프레임에서 관찰되는 안구의 방향을 화살표의 방향으로 결정할 수 있다. 즉, 안구의 움직임의 상태 중 가장 빠르게 움직이고 있는 빠른 성분의 방향이 화살표로 표시될 수 있도록 하는 것이다.

- [0061] 바람직하게, 분석 결과 출력부(240)는 수직, 수평, 또는 회전에 해당하는 안구 움직임의 방향(right, left, up, down)과 함께 안구 움직임의 성분 중 빠른 성분의 방향을 화살표로 제공하고, 안구 움직임을 애니메이션으로 표현할 수 있다. 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 분석 결과 출력부(240)는 안구 움직임의 방향이 RIGHT 및 LEFT에 해당한다는 정보와 함께 빠른 성분에서의 움직임의 방향을 화살표로 표시하여 출력할 수 있다.
- [0062] 한편, 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.
- [0063] 본 발명의 구성 요소들은 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어 실행되기 위해 프로그램(또는 애플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다. 본 발명의 구성 요소들은 소프트웨어 프로그래밍 또는 소프트웨어 요소들로 실행될 수 있으며, 이와 유사하게, 실시예는 데이터구조, 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.
- [0064] 전술한 본 발명에 따른 안구 운동 분석 방법 및 장치에 대한 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명에 속한다.

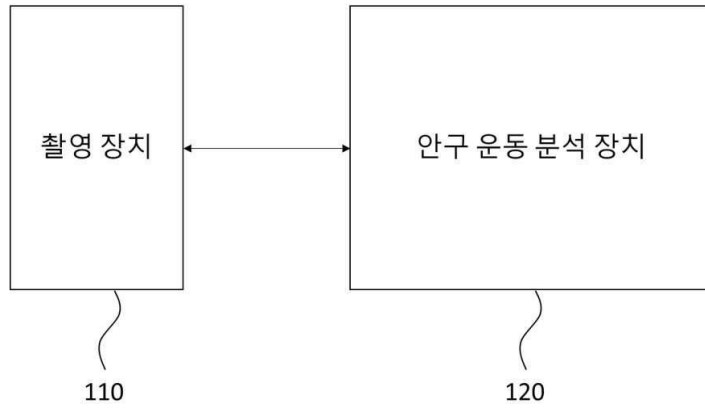
부호의 설명

- [0065]
- 100: 안구 운동 분석 시스템
 - 110: 촬영 장치
 - 120: 안구 운동 분석 장치
 - 210: 안면부 영상 수신부
 - 220: 안구 영상 획득부
 - 230: 안구 움직임 분석부
 - 240: 분석 결과 출력부
 - 250: 제어부

도면

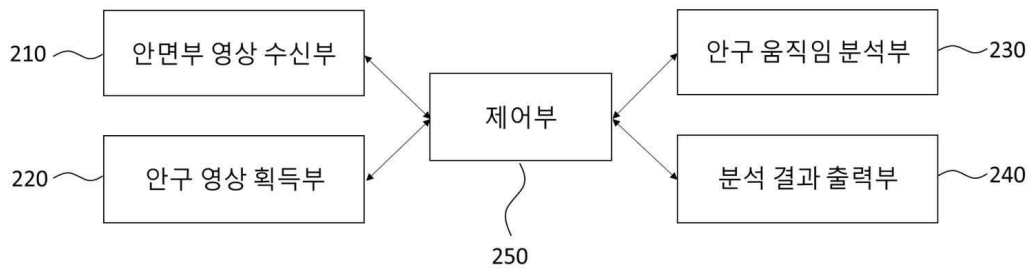
도면1

100

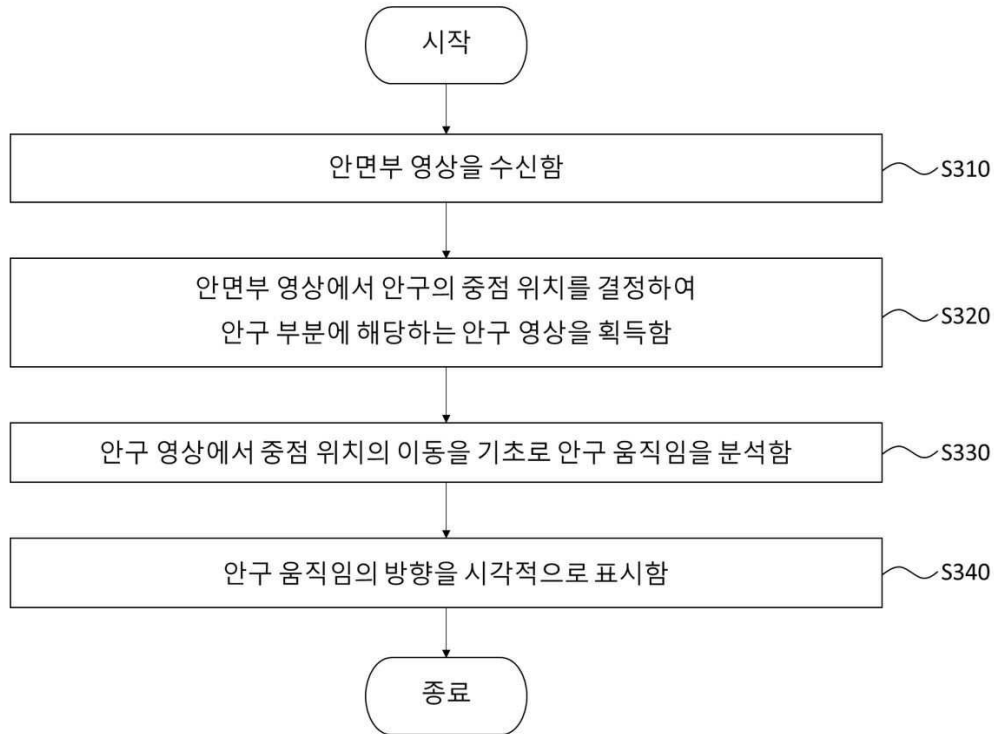


도면2

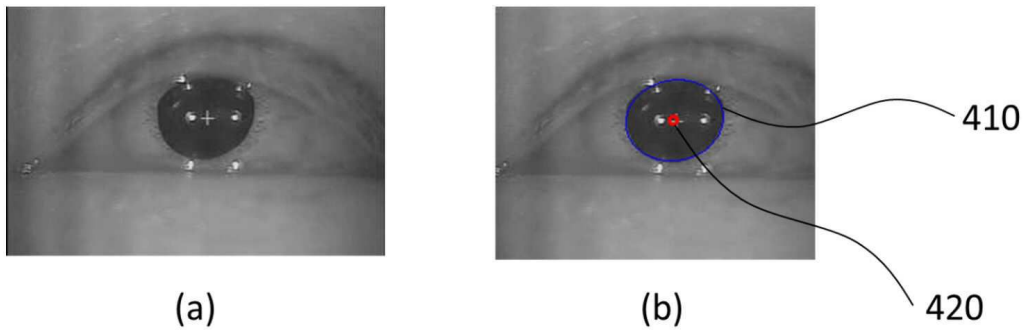
120



도면3



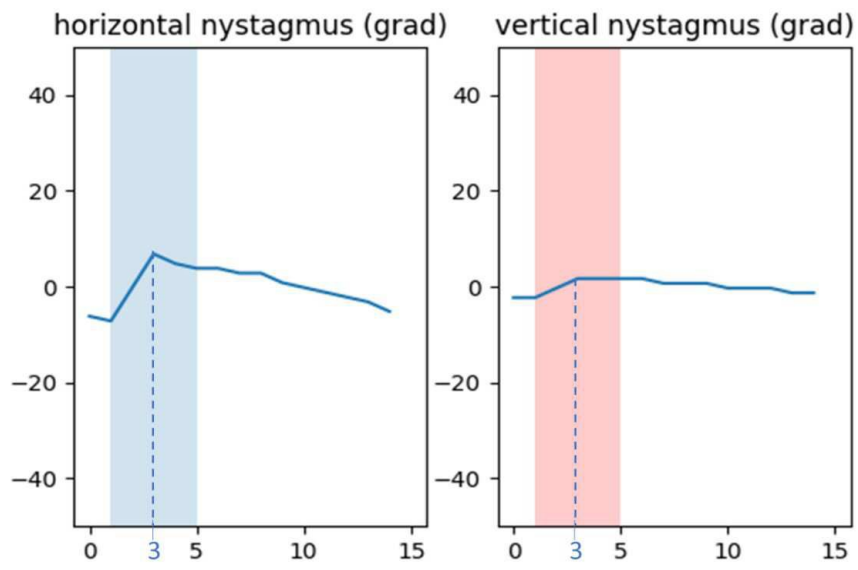
도면4



도면5



도면6



도면7

