



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년12월31일
(11) 등록번호 10-2748232
(24) 등록일자 2024년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/20 (2018.01) G06V 10/46 (2022.01)
G06V 10/82 (2022.01) G06V 40/16 (2022.01)
G06V 40/18 (2022.01) G06V 40/20 (2022.01)
G16H 50/50 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/20 (2018.01)
G06V 10/46 (2023.08)

(21) 출원번호 10-2023-0113797

(22) 출원일자 2023년08월29일

심사청구일자 2023년08월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR101898414 B1*
KR1020180101816 A*
KR102349805 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 뉴로이어즈

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

한림대학교 산학협력단

강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)

(72) 발명자

홍성광

경기도 성남시 분당구 수내로 206

임은천

서울특별시 관악구 양녕로6나길 18

조창제

경기도 안양시 동안구 관악대로345번길 10-9

(74) 대리인

특허법인 티앤아이

전체 청구항 수 : 총 16 항

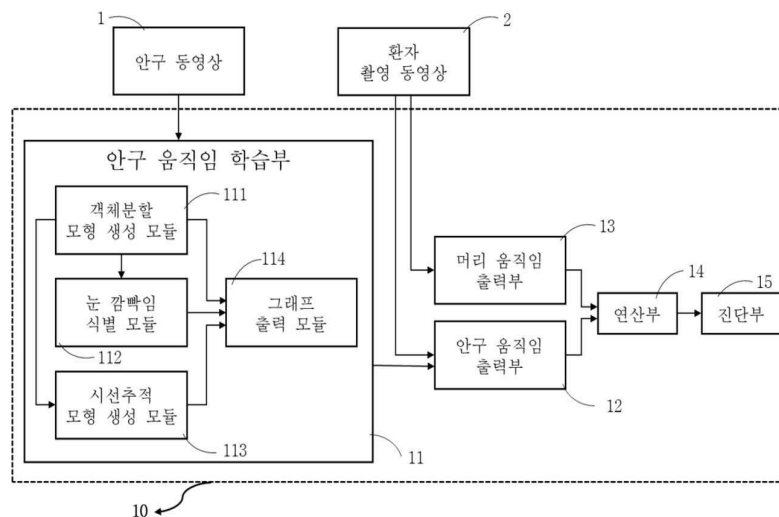
심사관 : 고재현

(54) 발명의 명칭 비디오 영상의 안구 및 두위 변화를 추적하는 초고속 경량 딥러닝 모델을 이용한 어지럼증 진단 장치, 방법, 이를 구현하기 위한 프로그램이 저장된 기록매체 및 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램

(57) 요약

본 발명은 안구 및 두위 변화를 추적하여 어지럼증을 진단하는 기술에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 환자를 촬영한 동영상으로부터 딥러닝 모델을 기반으로 환자의 안구와 머리의 움직임을 추적하여 어지럼증을 진단하는 딥러닝 모델을 이용한 어지럼증 진단 장치, 방법, 이를 구현하기 위한 프로그램이 저장된 기록매체 및 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06V 10/82 (2022.01)

G06V 40/16 (2022.01)

G06V 40/197 (2022.01)

G06V 40/20 (2022.01)

G16H 50/50 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711180348
과제번호	2021M3A9G1097761
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술 개발 사업
연구과제명	이신경학적 질환을 위한 디지털헬스플랫폼과 생태계 조성
기 여 율	7/10
과제수행기관명	뉴로이어즈
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425179052
과제번호	00257505
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	창업성장기술개발사업(디딤돌)
연구과제명	가상현실 기반 전정재활 소프트웨어 개발 및 상용화
기 여 율	1/10
과제수행기관명	(주) 뉴로이어즈
연구기간	2023.06.01 ~ 2024.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711186212
과제번호	2023R1A2C1005171
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자 지원 사업
연구과제명	안정적 공간인지를 위한 systemic error 체계의 뇌과학적 탐구 및 임상적 의미
기 여 율	1/10
과제수행기관명	한림대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711183472
과제번호	2020M3C1B8081321
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	휴먼 플러스 융합연구개발 사업
연구과제명	이명의 neurosignature 탐색 과 이명치료 및 인지기능 향상을 위한 뇌파동조형 뇌자
극 모델의 개발	
기 여 율	1/10
과제수행기관명	한림대학교
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

환자의 안구를 촬영한 안구 동영상으로부터 안구 부분을 식별하고 프레임별로 안구 이미지를 추출하여 동공 중심을 인식하고 동공 중심 좌표를 계산하여 안구의 움직임을 학습하는 안구 움직임 학습부;

상기 안구 움직임 학습부에서 학습한 정보를 입력 받아 환자를 촬영한 동영상으로부터 안구 움직임을 정보를 출력하는 안구 움직임 출력부;

상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 머리 움직임을 정보를 출력하는 머리 움직임 출력부;

상기 안구 움직임 및 머리 움직임 출력부로부터 안구 움직임 및 머리 움직임을 정보를 입력 받아 안구 움직임 속도와 머리 움직임 속도를 계산하여 이득값을 계산하는 연산부; 및

상기 연산부에서 계산된 이득값을 입력 받아 어지럼을 진단하는 진단부;를 포함하며,

상기 머리 움직임 출력부는,

상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 환자의 코, 안구의 공막 외곽부위 좌측 끝, 안구의 공막 외곽부위 우측 끝 및 이마 중심의 좌표를 계산하고, 머리 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 머리의 방향벡터를 계산하여 머리 움직임을 정보를 출력하며, 코의 중심의 움직임을 이용하여 머리의 움직임을 인식하는 것을 특징으로 하는, 어지럼증 진단 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 안구 움직임 학습부는,

상기 프레임별로 분할된 안구 이미지에서 공막, 홍채 및 동공에 대한 영역을 분할하여 객체분할 모형을 생성하는 객체분할 모형 생성 모듈;

상기 객체분할 모형 생성의 중간층의 정보를 입력 받아 안구주변의 해부학적인 구조물을 학습하며 눈 깜빡임을 식별하고 눈 깜빡임 분류 모형을 생성하는 눈 깜빡임 식별 모듈; 및

상기 객체분할 모형 생성의 중간층의 정보를 입력 받아 시선의 방향에 대한 모형을 생성하는 시선추적 모형 생성 모듈;을 포함하는 어지럼증 진단 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 안구 움직임 학습부는,

상기 눈 깜빡임 분류 모형을 기반으로 환자가 눈을 감으면 동공이 가려진 부분을 유추하여 동공이 가려지기 전의 안구에서 동공 중심을 인식하는 어지럼증 진단 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 안구 움직임 학습부는,

상기 동공 중심에 대한 정보를 3축(수평/수직/회전)의 그래프로 출력하는 그래프 출력 모듈;을 더 포함하는 어지럼증 진단 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 안구 움직임 출력부는,

상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 1) 환자 안구의 공막 외곽부위 상측 끝, 2) 하측 끝, 3) 좌측 끝, 4) 우측 끝의 좌표를 계산하고 5) 상기 안구 움직임 학습부에서 계산된 동공 중심의 좌표를 입력 받아 동공 중심의 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 안구의 방향벡터를 계산하고 안구 움직임의 정보를 출력하는 어지럼증 진단 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 연산부는,

상기 환자를 촬영한 동영상에서의 시간 해상도를 'FPS'라 하고, 두부를 크게 움직이는 시점을 'head peak index'라 하며, 두부를 크게 움직인 후 1초 이내의 시간에 반대 방향으로 동공이 움직일 때를 'eye peak index'라고 할 때, 상기 이득값은

$$\text{이득값} = \frac{|\text{eye peak index} - \text{head peak index} - \text{FPS}|}{\text{FPS}}$$

로 계산되는 어지럼증 진단 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 진단부는,

상기 안구 움직임 출력부에서 출력된 안구의 움직임 및 상기 이득값을 이용하여 전정신경 기능의 이상을 판단하는 어지럼증 진단 장치.

청구항 9

(a) 프로세서가 환자의 안구를 촬영한 안구 동영상으로부터 안구 부분을 식별하고 프레임별로 안구 이미지를 추출하여 동공 중심을 인식하고 동공 중심 좌표를 계산하여 안구의 움직임을 학습하는 과정;

(b) 프로세서가 상기 (a) 과정에서 학습된 안구 움직임의 정보를 이용하여 환자를 촬영한 동영상으로부터 안구 움직임의 정보를 출력하는 과정;

(c) 프로세서가 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 머리 움직임의 정보를 출력하는 과정;

(d) 프로세서가 상기 (b) 과정 및 (c) 과정에서 출력된 안구 움직임 및 머리 움직임의 정보를 이용하여 안구 움직임 속도와 머리 움직임 속도를 계산하여 이득값을 계산하는 과정; 및

(e) 프로세서가 상기 (d)과정에서 계산된 이득값을 이용하여 어지럼을 진단하는 과정;을 포함하며,

상기 (c) 과정은,

프로세서가 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 환자의 코, 안구의 공막 외곽부위 좌측 끝, 안구의 공막 외곽부위 우측 끝 및 이마 중심의 좌표를 계산하고, 머리 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 머리의 방향벡터를 계산하여 머리 움직임의 정보를 출력하는 과정이며, 코의 중심의 움직임을 이용하여 머리의 움직임을 인식하는 것을 특징으로 하는, 어지럼증 진단 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 (a) 과정은,

(a-1) 프로세서가 상기 프레임별로 분할된 안구 이미지에서 공막, 홍채 및 동공에 대한 영역을 분할하여 객체분할 모형을 생성하는 과정;

(a-2) 프로세서가 상기 (a-1) 과정의 중간층의 정보를 이용하여 안구주변의 해부학적인 구조물을 학습하고 눈 깜빡임을 식별하여 눈 깜빡임 분류 모형을 생성하는 과정; 및

(a-3) 프로세서가 상기 (a-1) 과정의 중간층의 정보를 이용하여 시선의 방향에 대한 모형을 생성하는 과정;을 포함하는 어지럼증 진단 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 (a) 과정은,

프로세서가 상기 (a-2) 과정에서 생성된 눈 깜빡임 분류 모형을 기반으로 환자가 눈을 감으면 동공이 가려진 부분을 유추하여 동공이 가려지기 전의 안구에서 동공 중심을 인식하는 과정인 어지럼증 진단 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 (a) 과정은,

프로세서가 동공 중심에 대한 정보를 3축(수평/수직/회선)의 그래프로 출력하는 과정;을 더 포함하는 어지럼증 진단 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 (b) 과정은,

프로세서가 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 1) 환자 안구의 공막 외곽부위 상측 끝, 2) 하측 끝, 3) 좌측 끝, 4) 우측 끝의 좌표를 계산하고 5) 상기 (a) 과정에서 계산된 동공 중심의 좌표를 이용하여 동공 중심의 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 안구의 방향벡터를 계산하여 안구 움직임의 정보를 출력하는 과정인 어지럼증 진단 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 (d) 과정은,

상기 환자를 촬영한 동영상에서의 시간 해상도를 'FPS'라 하고, 두부를 크게 움직이는 시점을 'head peak index'라 하며, 두부를 크게 움직인 후 1초 이내의 시간에 반대 방향으로 동공이 움직일 때를 'eye peak index'라 할 때, 프로세서가 상기 이득값을

$$\text{이득값} = \frac{|\text{eye peak index} - \text{head peak index} - \text{FPS}|}{\text{FPS}}$$

로 계산되는 과정인 어지럼증 진단 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 (e) 과정은,

프로세서가 상기 (b) 과정에서 출력된 안구의 움직임 및 상기 (d) 과정에서 계산된 상기 이득값을 이용하여 전정신경 기능의 이상을 판단하는 과정인 어지럼증 진단 방법.

청구항 17

제 9 항 내지 제 13 항, 제 15 항 및 제 16 항 중 어느 한 항의 어지럼증 진단 방법을 구현하기 위한 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 18

제 9 항 내지 제 13 항, 제 15 항 및 제 16 항 중 어느 한 항의 어지럼증 진단 방법을 구현하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 안구 및 두위 변화를 추적하여 어지럼증을 진단하는 기술에 관한 것이며, 보다 상세하게는 환자를 촬영한 비디오에서 딥러닝 모델을 기반으로 안구의 움직임과 머리의 움직임을 추적하여 어지럼증을 진단하는 장치, 방법, 이를 구현하기 위한 프로그램이 저장된 기록매체 및 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 명세서에 기재된 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 반드시 종래 기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 어지럼증(vertigo)이란, 자신이나 주위 사물이 정지해 있음에도 불구하고 움직이는 듯한 느낌을 받는 모든 증상을 통칭하는 용어이며, 이러한 어지럼증은 대부분 말초 전정신경계(peripheral vestibular nervous system)의 기능이상에서 발생한다. 말초 전정신경계의 이상이 발생되면 두위 변화에 따라 시선을 고정할 수 있는 능력을 의미하는 전정안구반사(vestibulo-ocular reflex)가 소실되어 안구가 고정되지 않고 자발적으로 움직이게 되어 어지럼을 경험하게 된다. 전정기능의 이상에 따라 발생하는 안구의 움직임을 안진(nystagmus)이라고 부른다. 의사들은 어지럼이 발생하게 되면 안진을 평가하여 전정기능의 이상 여부를 판단하게 된다. 안진은 말초 전정신경계의 이상뿐만 아니라 중추 신경계(central nerve system)의 이상에 의해서도 발생하며 의사들은 안진의 양상을 통해 환자가 호소하는 어지럼이 말초 전정계의 문제인지 혹은 중추 신경계의 문제인지를 파악하게 된다. 즉, 안진의 관찰은 어지럼 환자를 진료하는데 가장 큰 진단적 정보를 제공하는 중요한 검사 수단이다. 안진은 1) 수평 방향(좌/우), 2) 수직 방향(위/아래) 및 3) 회선 방향(시계/반시계)의 3축으로 움직인다. 이러한 안진의 관찰은 현재까지 프렌젤 안경(frenzel glasses), 적외선 촬영(infrared photography), 비디오 프렌젤 안경(video frenzel glasses) 및 비디오 안진검사(video nystagmus)를 통해 확인할 수 있다.

[0004] 그러나 직접 안구의 움직임을 관찰하도록 고안되어 있는 프렌젤 안경이나 비디오 프렌젤 안경은 직접 눈으로 보고 평가를 하기 때문에 미세한 안구의 움직임을 판단하는 의사의 경험에 따라 진단적 정확도가 좌우될 수 있고, 이를 보완하기 위해 안진을 그래프로 출력하여 보여주는 비디오 안진기는 빠르고 높은 정확도의 시선 추적 기술을 요구하기 때문에 고가의 가격으로 널리 보급화가 힘든 단점이 있다.

[0005] 특히 두위 변화에 따르는 안구의 움직임인 전정안구반사를 가장 적절하게 판단하기 위한 두부충동검사(head impulse test)는 나안으로 환자의 머리를 빠르게 좌우 또는 위 아래로 움직이면서 발생하는 환자의 안구의 움직임을 관찰하기 때문에 검사를 시행하는 사람의 숙련도에 따라 검사결과가 달라질 수 있고 그 결과를 객관화 하기 위해 시행하는 비디오 두부충동검사는 머리 움직임의 속도를 측정하는 자이로 센서(gyro sensor)와 안구의 움직임 속도를 계산하는 안구 추적기가 별도로 부착된 기기를 통해 수행된다. 즉, 이러한 기기가 있어야 두부충동검사의 결과를 출력할 수 있거나 머리 움직임 대비 안구 운동의 비로서 평가되는 이득(gain)을 평가하여 전정기능의 이상여부를 판단할 수 있다. 또한, 안구의 움직임 관찰중에 눈 깜빡임 등에 의한 노이즈(noise) 발생시 현재 기기에서는 이를 따로 제거하는 기능이 없기 때문에 검사자가 검사하는 시간 동안 환자에게 일정 시간 동안 눈을 뜨라고 이야기 해야 하는 불편이 있게 되며, 의사들은 검사 결과지만으로 환자의 상태를 파악하는 경우

가 많기 때문에 이러한 눈 깜빡임에 의해 결과가 왜곡되는 경우가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2018-0101816호, 2018.09.14

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 일반적으로 사용되는 비디오 안진 검사기기에서 촬영된 안구움직임 동영상뿐만 아니라 다양한 기기에서 비디오로 촬영된 안구의 움직임과 머리의 움직임을 딥러닝 학습모델에 의해 개발된 알고리즘이 눈 깜빡임 등의 노이즈를 자동으로 제거하여 순수하게 안구의 움직임만을 추적하여 이를 수치화 하여 나타내어 의사들이 진단진단에 사용하게 하는 어지럼증 진단 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 기존의 객관적인 검사방법으로 활용된 비디오두부충동검사를 머리의 움직임을 추적하고 계산하기 위한 자이로센서와 안구의 움직임을 추적하고 계산하기 위한 안구추적기 같은 복잡한 기구가 부착된 고글을 착용하고 검사하는 것이 아니라 간단하게 웹 카메라나 스마트폰 등의 카메라로 환자의 머리를 좌우 혹은 위아래로 빠르게 회전시키는 두부충동검사를 시행하는 장면을 동영상으로 촬영하고 본 학습 알고리즘이 이를 비디오 동영상 만으로 안구의 움직임의 속도와 머리의 움직임의 속도를 계산하여 기존 복잡한 기구를 부착하고 시행하는 비디오 두부충동검사를 대체하여 말초성과 중추성 어지럼을 구분하는 중요한 검사를 동영상 촬영이 가능한 모든 디바이스에서 시행할 수 있어 어지럼 진단에서 원격의료를 가능하게 하는 어지럼증 진단 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 상기 어지럼증 진단방법을 구현하기 위한 프로그램이 저장된 기록매체 및 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 제공하는 것이다.

[0010] 본 명세서는 상기 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 실시 예에 따른 본 발명은 환자의 안구를 촬영한 안구 동영상으로부터 안구 부분을 식별하고 프레임별로 안구 이미지를 추출하여 동공 중심을 인식하고 동공 중심 좌표를 계산하여 안구의 움직임을 학습하는 안구 움직임 학습부; 상기 안구 움직임 학습부에서 학습한 정보를 입력 받아 환자를 촬영한 동영상으로부터 안구 움직임의 정보를 출력하는 안구 움직임 출력부; 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 머리 움직임의 정보를 출력하는 머리 움직임 출력부; 상기 안구 움직임 및 머리 움직임 출력부로부터 안구 움직임 및 머리 움직임의 정보를 입력 받아 안구 움직임 속도와 머리 움직임 속도를 계산하여 이득값을 계산하는 연산부; 및 상기 연산부에서 계산된 이득값을 입력 받아 어지럼을 진단하는 진단부;를 포함하는 어지럼증 진단 장치를 제공한다.

[0012] 또한, 상기 안구 움직임 학습부는 상기 프레임별로 분할된 안구 이미지에서 공막, 홍채 및 동공에 대한 영역을 분할하여 객체분할 모형을 생성하는 객체분할 모형 생성 모듈; 상기 객체분할 모형 생성의 중간층의 정보를 입력 받아 안구주변의 해부학적인 구조물을 학습하여 눈 깜빡임을 식별하고 눈 깜빡임 분류 모형을 생성하는 눈 깜빡임 식별 모듈; 및 상기 객체분할 모형 생성의 중간층의 정보를 입력 받아 시선의 방향에 대한 모형을 생성하는 시선추적 모형 생성 모듈;을 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 안구 움직임 학습부는 상기 눈 깜빡임 분류 모형을 기반으로 환자가 눈을 감으면 동공이 가려진 부분을 유추하여 동공이 가려지기 전의 안구에서 동공 중심을 인식할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 안구 움직임 학습부는 상기 동공 중심에 대한 정보를 3축(수평/수직/회전)의 그래프로 출력하는 그래프 출력 모듈;을 더 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 안구 움직임 출력부는 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 1) 환자 안구의 공막 외곽부위 상측 끝,

2) 하측 끝, 3) 좌측 끝, 4) 우측 끝의 좌표를 계산하고 5) 상기 안구 움직임 학습부에서 계산된 동공 중심의 좌표를 입력 받아 동공 중심의 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 안구의 방향벡터를 계산하고 안구 움직임의 정보를 출력할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 머리 움직임 출력부는 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 1) 환자의 코, 2) 안구의 공막 외곽부위 좌측 끝, 3) 우측 끝 및 4) 이마 중심의 좌표를 계산하고 머리 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 머리의 방향벡터를 계산하고 머리 움직임의 정보를 출력할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 연산부는 상기 환자를 촬영한 동영상에서의 시간 해상도를 'FPS'라 하고, 두부를 크게 움직이는 시점을 'head peak index'라 하며, 두부를 크게 움직인 후 1초 이내의 시간에 반대 방향으로 동공이 움직일 때를 'eye peak index'라 할 때, 상기 이득값은

$$\text{이득값} = \frac{|\text{eye peak index} - \text{head peak index} - \text{FPS}|}{\text{FPS}}$$

[0018]

로 계산될 수 있다.

[0019]

[0020] 상기 안구 움직임 출력부에서 출력된 안구의 움직임 및 상기 이득값을 이용하여 전정신경 기능의 이상 여부를 판단할 수 있다.

[0020]

[0021] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 다른 실시 예에 따른 본 발명은 (a) 환자의 안구를 촬영한 안구 동영상으로부터 안구 부분을 식별하고 프레임별로 안구 이미지를 추출하여 동공 중심을 인식하고 동공 중심 좌표를 계산하여 동공 중심의 움직임을 학습하는 과정; (b) 상기 (a) 과정에서 학습된 안구 움직임의 정보를 이용하여 환자를 촬영한 동영상으로부터 안구 움직임의 정보를 출력하는 과정; (c) 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 머리 움직임의 정보를 출력하는 과정; (d) 상기 (b) 과정 및 (c) 과정에서 출력된 안구 움직임 및 머리 움직임의 정보를 이용하여 안구 움직임 속도와 머리 움직임 속도를 계산하여 이득값을 계산하는 과정; 및 (e) 상기 (d) 과정에서 계산된 이득값을 이용하여 어지럼을 진단하는 과정;을 포함하는 어지럼증 진단 방법을 제공한다.

[0021]

[0022] 또한, 상기 (a) 과정은 (a-1) 상기 프레임별로 분할된 안구 이미지에서 공막, 홍채 및 동공에 대한 영역을 분할하여 객체분할 모형을 생성하는 과정; (a-2) 상기 (a-1) 과정의 중간층의 정보를 이용하여 안구 주변의 해부학적 구조물을 학습하여 눈 깜빡임을 식별하여 눈 깜빡임 분류 모형을 생성하는 과정; 및 (a-3) 상기 (a-1)과정의 중간층의 정보를 이용하여 시선의 방향에 대한 모형을 생성하는 과정;을 포함할 수 있다.

[0022]

[0023] 또한, 상기 (a) 과정은 상기 (a-2) 과정에서 생성된 눈 깜빡임 분류 모형을 기반으로 환자가 눈을 감으면 동공이 가려진 부분을 유추하여 동공이 가려지기 전 상태의 안구에서 동공 중심을 인식하는 과정일 수 있다.

[0023]

[0024] 또한, 상기 (a) 과정은 상기 동공 중심에 대한 정보를 3축(수평/수직/회선)의 그래프로 출력하는 과정을 더 포함할 수 있다.

[0024]

[0025] 또한, 상기 (b) 과정은 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 1) 환자 안구의 공막 외곽부위 상측 끝, 2) 하측 끝, 3) 좌측 끝, 4) 우측 끝의 좌표를 계산하고 5) 상기 (a) 과정에서 계산된 동공 중심의 좌표를 이용하여 동공 중심의 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 안구의 방향벡터를 계산하고 안구 움직임의 정보를 출력하는 과정일 수 있다.

[0025]

[0026] 또한, 상기 (c) 과정에서는 상기 환자를 촬영한 동영상으로부터 1) 환자의 코, 2) 안구의 공막 외곽부위 좌측 끝, 3) 우측 끝 및 4) 이마 중심의 좌표를 계산하고 머리 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 머리의 방향벡터를 계산하고 머리 움직임의 정보를 출력하는 과정일 수 있다.

[0026]

[0027] 또한, 상기 (d) 과정은 상기 환자를 촬영한 동영상에서의 시간 해상도를 'FPS'라 하고, 두부를 크게 움직이는 시점을 'head peak index'라 하며, 두부를 크게 움직인 후 1초 이내의 시간에 반대 방향으로 동공이 움직일 때를 'eye peak index'라 할 때, 상기 이득값은

$$\text{이득값} = \frac{|\text{eye peak index} - \text{head peak index} - \text{FPS}|}{\text{FPS}}$$

[0028]

로 계산되는 과정일 수 있다.

[0029]

[0030] 또한, 상기 (e) 과정은 상기 (b) 과정에서 출력된 안구의 움직임 및 상기 (d) 과정에서 계산된 이득값을 이용하여 전정신경 기능의 이상을 판단하는 과정일 수 있다.

[0030]

[0031] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 상기한 어지럼증 진단 방법을 구현하기 위한 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 제공한다.

[0032] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 상기한 어지럼증 진단 방법을 구현하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 제공한다.

발명의 효과

[0033] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 장치 및 방법에 의하면, 본 알고리즘은 기존 검사기기에 적용하여 자동으로 눈 깜빡임 등의 노이즈를 제거하여 순수하게 안구의 움직임과 관련된 결과물을 출력할 수 있도록 할 수 있을 뿐만 아니라 환자의 안구 동영상 및 환자를 촬영한 동영상으로부터 딥러닝 모델을 통하여 안구의 움직임과 머리의 움직임을 계산하여 어떤 복잡한 기기 없이 비디오 촬영만으로 간편하게 어지럼증을 검사할 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 장치 및 방법에 의하면, 환자의 안구 동영상 및 환자를 촬영한 동영상을 기반으로 두부충동검사가 가능하여 어지럼 진단에서 원격의료를 가능하게 할 수 있으며, 이를 통해 보건 건강에 기여할 수 있다.

[0035] 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

[0036] 도 1은 본 명세서의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 장치를 간략하게 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 명세서에 따른 안구의 움직임에 대한 학습 과정을 간략하게 나타내는 도면이다.

도 3은 안구 동영상으로부터 객체분할 모형을 생성하고 동공 중심을 인식하여 동공 중심의 움직임을 그래프로 출력하는 과정을 보여주는 도면이다.

도 4는 동공 중심 인식을 위한 인공지능 모형 생성을 나타내는 도면이다.

도 5는 머리의 움직임에 따른 안구 변화의 속도를 측정하는 방법을 나타내는 도면이다.

도 6은 본 명세서의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 7은 본 명세서의 실시 예에 따른 안구 움직임 학습부의 동공 중심 인식 및 동공 중심 좌표의 계산 과정을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 본 발명의 이점 및 특징, 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들로 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현되고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의된다.

[0038] 또한, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 그리고, 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 가령, 명세서에서 사용되는 '포함한다'(또는 '구비한다') 및/또는 '포함하는'(또는 '구비하는')은 언급된 구성요소와 과정을 추가할 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. "및/또는"은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0039] 또한, 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 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.

[0040] 도 1은 본 명세서의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 장치를 간략하게 나타내는 블록도이다.

[0041] 도 1을 참조하면, 본 명세서의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 장치(10)는 환자의 안구를 안구 동영상(1)에서 안구의 움직임을 학습할 수 있다. 동공 중심의 움직임에 대한 학습 정보를 기반으로 머리의 움직임에 따른 안구의 움직임을 측정하여 어지럼을 진단할 수 있다. 이를 통해, 어떤 기기 사용 없이 상기 안구 동영상(1) 및 환자 촬

영 동영상(2)을 이용하여 어지럼을 진단할 수 있다. 상기 안구 동영상(1) 및 환자 촬영 동영상(2)은 비디오 촬영이 가능한 촬영기기로 촬영된 동영상일 수 있다. 동영상 데이터는 MP4, MOV, WMV, AVI, MKV 등 다양한 형식이 존재하며, 본 명세서에 따른 동영상 데이터는 특정 동영상 파일 형식에 제한되지 않는다.

- [0042] 상기 어지럼증 진단 장치(10)는 안구 움직임 학습부(11), 안구 움직임 출력부(12), 머리 움직임 출력부(13), 연산부(14) 및 진단부(15)를 포함할 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 명세서에 따른 안구의 움직임에 대한 학습 과정을 간략하게 나타내는 도면이다.
- [0044] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 안구 움직임 학습부(11)는 상기 안구 동영상(1)으로부터 안구 부분을 식별하여 동영상 프레임(frame)별로 안구 이미지(21)를 추출할 수 있다. 상기 안구 움직임 학습부(11)는 상기 안구 이미지(21)에서 동공 중심을 인식하고 동공 중심의 좌표값을 계산하여 안구의 움직임을 학습할 수 있다. 이미지 데이터는 JPG, PNG, GIF, SVG 등 다양한 형식이 존재하며, 본 명세서에 따른 이미지 데이터는 특정 이미지 파일 형식에 제한되지 않는다.
- [0045] 상기 안구 움직임 학습부(11)는 객체분할 모형 생성 모듈(111), 눈 깜빡임 식별 모듈(112) 및 시선추적 모형 생성 모듈(113)을 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 객체분할 모형 생성 모듈(111)은 상기 안구 이미지(21)에서 안구를 공막(sclera), 홍채(iris) 및 동공(pupil)으로 분할한 객체분할 모형(22)을 생성할 수 있다. 상기 안구 움직임 학습부(11)는 동공 중심을 인식함에 있어서 상기 객체분할 모형(22)의 정보를 이용할 수 있다.
- [0047] 상기 객체분할 모형 생성 모듈(111)은 종래의 적외선 카메라를 이용한 안진 검사 방법에서 제공하지 못했던 공막, 홍채 및 동공의 영역에 대한 정보를 제공할 수 있다.
- [0048] 상기 눈 깜빡임 식별 모듈(112)은 상기 객체분할 모형 생성의 중간층의 정보를 입력 받아 안구 주변의 해부학적인 구조물을 학습하여 눈 깜빡임을 식별하고 눈 깜빡임의 단계를 분류한 눈 깜빡임 분류 모형을 생성할 수 있다.
- [0049] 상기 안구 움직임 학습부(11)는 상기 눈 깜빡임 분류 모형을 기반으로 환자가 눈을 감으면 동공이 가려진 부분을 유추하여 동공이 가려지기 전의 안구에서 동공 중심을 인식할 수 있다. 또한, 눈 깜빡임에 의한 노이즈(noise)를 제거할 수 있어 상기 눈 깜빡임으로 인해 결과가 왜곡되는 경우를 방지할 수 있다.
- [0050] 상기 시선추적 모형 생성 모듈(113)은 상기 객체분할 모형 생성의 중간층의 정보를 입력 받아 시선의 방향에 대한 모형인 시선추적 모형을 출력할 수 있다. 상기 안구 움직임 학습부(11)는 동공 중심을 인식하는데 있어서 상기 시선추적 모형의 정보를 이용할 수 있다.
- [0051] 상기 안구 움직임 학습부(11)는 그래프 출력 모듈(114)을 더 포함할 수 있다. 상기 그래프 출력 모듈(114)은 객체분할 모형(22), 눈 깜빡임 분류 모형 및 시선추적 모형(23)의 정보를 바탕으로 계산된 동공 중심의 좌표값을 3축의 움직임 그래프(24)로 출력할 수 있다. 상기 3축의 그래프(24)는 동공 중심의 좌/우 방향의 움직임을 보여주는 수평 움직임 그래프(241), 상/하 방향의 움직임을 보여주는 수직 움직임 그래프(242) 및 시계/반시계 방향의 움직임을 보여주는 회전 움직임 그래프(미도시)로 출력될 수 있다.
- [0052] 도 3은 안구 동영상으로부터 객체분할 모형을 생성하고 동공 중심을 인식하여 동공 중심의 움직임을 그래프로 출력하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [0053] 도 1 및 도 3을 참조하면, 상기 객체분할 모형 생성 모듈(111)은 상기 안구 움직임 학습부(11)에서 추출한 환자의 안구 이미지로부터 객체분할 모형(22)을 생성할 수 있다. 상기 객체분할 모형은 환자의 안구 이미지를 공막(30), 홍채(31) 및 동공(32)으로 분할할 수 있다. 또한, 상기 객체분할 모형 생성 모듈(111)은 객체분할 된 공막(30), 홍채(31) 및 동공(32)의 이미지를 통합한 객체 통합 이미지(33)를 출력할 수 있다. 상기 안구 움직임 학습부(11)는 상기 객체 통합 이미지(33)를 이용하여 동공 중심의 움직임을 실시간으로 추적할 수 있다.
- [0054] 상기 안구 움직임 학습부(11)는 상기 객체 통합 이미지(33)를 활용하여 인식한 동공 중심의 정보를 상기 그래프 출력 모듈(114)을 통하여 동공 중심 움직임을 그래프(34)로 출력할 수 있다.
- [0055] 상기 동공 중심 그래프(34)는 딥러닝 모델(deep learning model)이 제공하는 동공 중심의 정보를 통해 출력될 수 있다. 또한, 상기 동공 중심 그래프(34)는 객체분할 된 동공(32)의 무게중심을 통해 더 정밀하게 계산될 수 있다. 상기 동공 중심 그래프(34)는 수직 움직임 그래프(341), 수평 움직임 그래프(342) 및 회전 움직임 그래프(미도시)로 출력될 수 있다.

- [0056] 도 4는 동공 중심 인식을 위한 인공지능 모형 생성을 나타내는 도면이다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 인공지능(artificial intelligence)이 동공 중심의 정보를 잘 학습하기 위하여 딥러닝 모델을 통해 객체분할 모형(22), 눈 깜빡임 분류 모형(40) 및 시선추적 모형(41)을 생성할 수 있다.
- [0058] 상기 객체분할 모형 생성 모듈(111)은 convolutional neural network(CNN) 딥러닝 모델을 이용해 상기 안구 이미지(21)로부터 상기 객체분할 모형(22)을 생성할 수 있다. CNN 딥러닝 모델은 당업자에게 널리 알려진 기술이므로 자세한 설명은 생략한다.
- [0059] 상기 눈 깜빡임 분류 모형(40) 및 시선추적 모형(41)은 상기 객체분할 모형(22)의 생성 과정의 중간층(42)의 정보를 활용하여 생성될 수 있다. 상기 중간층(42)의 정보를 활용함으로써, 종래의 딥러닝 모델보다 더 효율적으로 동공 중심의 정보를 학습할 수 있다.
- [0060] 상기 눈 깜빡임 분류 모형(40)은 상기 중간층(42)의 정보를 토대로 눈을 깜빡이는 움직임은 눈이 떠져있는 상태(open), 눈이 감기는 중인 상태(closing) 또는 눈이 감겨져 있는 상태(closed)로 분류할 수 있다.
- [0061] 상기 시선추적 모형(41)은 상기 중간층(42)의 정보를 토대로 시선의 방향을 히트맵(heatmap) 및 키포인트(keypoints)로 나타낼 수 있다.
- [0062] 본 명세서에 따르면, 상기 안구 움직임 학습부(11)는 상기 객체분할 모형(22), 눈 깜빡임 분류 모형(40) 및 시선추적 모형(41) 중 적어도 1개 이상의 모형을 이용하여 동공 중심의 정보를 학습할 수 있다.
- [0063] 일례로, 상기 안구 움직임 학습부(11)는 상기 눈 깜빡임 분류 모형(40) 및 시선추적 모형(41)의 정보만을 이용하여 안구의 움직임을 학습할 수 있다. 이 경우, 상기 객체분할 모형(22)의 정보를 이용하지 않아 상기 중간층(42)의 오래 걸리는 연산을 수행하지 않을 수 있다. 이로 인하여, 동공 중심에 대한 정보를 종래의 딥러닝 모델보다 빠르게 학습하고 출력할 수 있다.
- [0064] 상기 안구의 움직임을 학습하기 위한 CNN 딥러닝 모델은 일 예에 해당하며, 해당 학습 방법에 제한되지 않는다.
- [0065] 도 5는 머리 움직임에 따른 안구 변화의 속도를 측정하는 방법을 나타내는 도면이다.
- [0066] 도 1 및 도 5를 참조하면, 상기 안구 움직임 출력부(12)와 상기 머리 움직임 출력부(13)는 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 환자의 안구 움직임과 머리 움직임의 정보를 출력할 수 있다.
- [0067] 상기 안구 움직임 출력부(12)는 상기 안구 움직임 학습부(11)로부터 학습된 안구의 움직임에 대한 정보를 입력받을 수 있다. 상기 안구 움직임 출력부(12)는 상기 학습된 안구 움직임을 바탕으로 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 안구 움직임의 정보를 출력하고 안구의 움직임을 그래프(53)로 출력할 수 있다.
- [0068] 상기 안구 움직임 출력부(12)는 안구 움직임의 정보를 출력하기 위하여 안구의 방향벡터(direction vector)를 계산할 수 있다. 안구의 방향벡터를 계산하기 위해서 적어도 4개 이상의 점에 대한 2차원 좌표를 Perspective-n-Point(PnP) pose computation을 사용하여 3차원 공간상의 좌표로 변환할 수 있다. 상기 PnP pose computation은 당업자에게 알려진 기술이므로 자세한 설명은 생략한다.
- [0069] 안구의 방향벡터를 계산하기 위해서 상기 안구 움직임 출력부(12)는 1) 공막 외곽부위의 상측 끝, 2) 하측 끝, 3) 좌측 끝, 4) 우측 끝의 좌표 및 5) 상기 안구 움직임 학습부(11)에서 계산된 동공 중심의 2차원 좌표에 대해서 PnP pose computation을 수행할 수 있다.
- [0070] 또한, 상기 안구 움직임 출력부(12)는 상기 환자 촬영 동영상(2)에서 환자의 안구 움직임에 따라서 동공 중심을 표시하는 동공 중심 표시(50)를 출력할 수 있다.
- [0071] 상기 머리 움직임 출력부(13)는 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 머리 움직임의 정보를 출력하고 머리 움직임을 그래프(52)로 출력할 수 있다.
- [0072] 상기 머리 움직임 출력부(13)는 머리 움직임의 정보를 출력하기 위하여 머리의 방향벡터를 계산할 수 있다. 상기 머리 움직임 출력부(13)는 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 1) 코, 2) 공막 외곽부위 좌측 끝, 3) 우측 끝 및 4) 이마 중심의 좌표를 이용한 PnP pose computation을 이용하여 머리의 방향벡터를 계산할 수 있다. 또한, 상기 머리 움직임 출력부(13)는 상기 환자 촬영 동영상(2)에서 코의 중심의 움직임을 이용하여 머리의 움직임을 인식할 수 있다. 추가적으로, 상기 머리 움직임 출력부(13)는 상기 환자 촬영 동영상(2)에 환자의 코의 중심을 출력하는 코 중심 표시(51)를 출력할 수 있다.

[0073] 본 명세서에서 머리의 움직임을 출력하기 위하여 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 1) 코, 2) 공막 외곽부위 좌측 끝, 3) 우측 끝 및 4) 이마 중심의 좌표를 이용하였다. 하지만, 반드시 상기 4 개의 좌표를 통해서 상기 머리의 움직임을 출력해야만 하는 것은 아니다. 일 예로, 2) 공막 외곽부위 좌측 끝 및 3) 우측 끝의 좌표 대신에 공막 외곽부위 상측 끝 및 하측 끝의 좌표를 이용할 수 있다. 또한, 상기 4개의 좌표뿐만 아니라, 상기 환자 촬영 동영상(2)에서 환자의 얼굴에 존재하는 임의의 점에 대한 좌표를 추가하여 상기 머리의 움직임을 출력할 수 있다. 따라서, 상기 머리의 움직임을 출력하기 위하여, 반드시 상기 4개의 좌표를 이용해야만 하는 것은 아니며, 상기 환자 촬영 동영상(2)에서 환자의 얼굴에 있는 적어도 3개 이상의 임의의 점의 좌표를 이용해 PnP pose computation을 수행하여 상기 머리의 움직임을 출력할 수 있는 것으로 이해해야만 한다.

[0074] 상기 연산부(14)는 상기 안구 움직임 출력부(12) 및 머리 움직임 출력부(13)에서 입력 받은 안구 움직임 및 머리 움직임을 정보를 이용하여 안구 움직임을 속도 및 머리 움직임을 속도를 계산할 수 있다. 이를 이용하여, 상기 연산부(14)는 머리 움직임을 속도와 안구 움직임을 속도의 비율을 의미하는 이득값(gain)을 계산할 수 있다.

[0075] 종래의 기술에 따르면, 이득값을 계산하기 위하여 환자가 주시하는 물체는 카메라 중앙에 있다고 가정한다. 이때, 이득값은 [수식 1]로 얻을 수 있다.

$$\text{이득값} = \frac{\text{안구의 움직임 속도}}{\text{머리의 움직임 속도}} \dots\dots\dots [\text{수식 1}]$$

[0076] 하지만, 동영상에서 원하는 시간 해상도를 얻을 수 없으며 단안 주시 벡터의 예측이 부정확하다.

[0077] 본 명세서에 따르면, 머리 움직임에 의한 안구의 움직임은 동일한 방향으로 동시에 일어나므로, 양안의 변화에 대한 평균을 취하여 안구 주시 벡터를 예측할 수 있다. 상기 안구 주시 벡터를 이용하여 안구 방향의 정확도를 높일 수 있다.

[0078] 이득값을 계산하기 위하여, 상기 환자 촬영 동영상(2)의 시간 해상도를 'FPS'라 하고, 두부를 크게 움직이는 시점을 'head peak index'라 하며, 두부를 크게 움직인 후 1초 이내의 시간에 반대 방향으로 동공이 움직일 때를 'eye peak index'라고 할 때, 이득값은 [수식 2]로 계산될 수 있다.

$$\text{이득값} = \frac{|\text{eye peak index} - \text{head peak index} - \text{FPS}|}{\text{FPS}} \dots\dots\dots [\text{수식 2}]$$

[0080] 본 명세서의 실시예에 따르면, 상기 'eye peak index'는 안구가 머리와 반대로 움직일 때의 속도값들만 추출하여 3사분위값 이상이 처음 나타난 시점의 값에 해당할 수 있다.

[0081] 또한, 상기 연산부(14)는 머리와 안구의 즉각적인 변화를 나타내는 그래프(54)와 이득값의 그래프(55)를 출력할 수 있다. 이때, 좌안과 우안의 변화와 이득값을 각각 출력할 수 있다.

[0082] 상기 진단부(15)는 상기 연산부(14)에서 계산된 이득값을 이용하여 환자의 어지럼을 진단할 수 있다.

[0083] 상기 이득값은 임상적으로 전정신경(vestibular nerve)의 이상 유무를 판단할 수 있다. 전정신경에 이상이 없는 사람인 경우 머리가 움직이면 머리가 움직인 만큼 눈이 따라서 움직인다. 이로 인하여, 이득값을 계산하면 '1'에 근접한 값을 얻을 수 있다.

[0084] 하지만, 전정신경에 이상이 생기면 머리가 움직인 만큼 눈이 따라서 움직이지 못한다. 이로 인하여, 상기 이득값은 '1'보다 작은 값을 갖게 된다.

[0085] 일예로, 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 계산된 우안의 이득값이 '0.7'이고 좌안의 이득값이 '1.23'일 수 있다. 이 경우, 우안의 이득값은 '1'보다 작은 값을 갖고 있으므로 우측 전정신경 기능의 저하를 의미할 수 있다.

[0086] 또한, 상기 진단부(15)는 상기 이득값과 상기 안구 움직임 출력부(12)에서 계산된 안구 움직임을 방향벡터를 이용하여 중추성 전정신경(central vestibular nerve) 기능의 이상과 말초성 전정신경(peripheral vestibular nerve) 기능의 이상을 판단할 수 있다.

[0087] 도 6은 본 명세서의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0088] 도 1 및 도 6을 참조하면, 환자의 안구를 촬영한 안구 동영상(1)으로부터 안구의 움직임을 학습할 수 있다(S1). 안구의 움직임을 학습하기 위하여 상기 안구 동영상(1)에서 안구 부분을 식별할 수 있다. 이후, 상기 안구 동영상(1)에서 프레임별로 안구의 이미지를 추출할 수 있다. 상기 추출된 안구의 이미지를 이용하여 동공 중심을 인

식하고 동공 중심의 좌표를 계산하여 안구의 움직임을 학습할 수 있다.

- [0090] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 안구 움직임 학습부의 동공 중심 인식 및 동공 중심 좌표의 계산 과정을 나타내는 흐름도이다.
- [0091] 도 1 및 도 7을 참조하면, 상기 안구 동영상(1)으로부터 안구의 이미지를 추출할 수 있다(S5). 상기 안구의 이미지를 이용하여 객체분할 모형을 생성할 수 있다(S7). 또한, 상기 객체분할 모형을 생성하는 중간층의 정보를 입력 받아 눈 깜빡임 분류 모형 생성(S6) 및 시선추적 모형 생성(S8)을 할 수 있다. 상기 눈 깜빡임 분류 모형을 이용하여 상기 안구 동영상(1)에서 환자가 눈을 감는 경우 눈 감기 전의 안구를 이용하여 동공 중심을 인식할 수 있다. 이후, 상기 객체분할 모형, 눈 깜빡임 분류 모형 및 시선추적 모형 중 적어도 1개 이상의 모형을 이용하여 동공 중심을 인식하고 동공 중심 좌표를 계산할 수 있다(S9).
- [0092] 상기 안구 움직임 학습 과정(S1)에서 동공 중심의 좌표를 그래프로 출력하는 과정(S10)을 더 포함할 수 있다. 이 과정에서, 동공 중심 좌표의 그래프는 수평 방향, 수직 방향 및 회전 방향의 3축의 그래프로 출력될 수 있다.
- [0093] 이어서, 환자 촬영 동영상(2)으로부터 환자의 안구 움직임 및 머리 움직임을 출력할 수 있다(S2). 상기 환자의 안구 움직임은 안구 움직임 학습 과정(S1)에서 학습한 동공 중심에 대한 정보를 기반으로 출력될 수 있다. 또한 상기 안구 움직임과 머리 움직임을 정보는 그래프로 출력될 수 있다.
- [0094] 상기 안구 움직임의 정보를 출력하기 위하여 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 1) 환자 안구의 공막 외곽부위 상측 끝, 2) 하측 끝, 3) 좌측 끝, 4) 우측 끝의 좌표 및 상기 안구의 움직임 학습 과정(S1)에서 계산된 동공 중심의 좌표를 이용하여 동공 중심의 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 안구의 방향벡터를 계산할 수 있다.
- [0095] 상기 머리 움직임을 정보를 출력하기 위하여 상기 환자 촬영 동영상(2)으로부터 1) 환자의 코, 2) 안구의 공막 외곽부위 좌측 끝, 3) 우측 끝 및 4) 이마 중심의 좌표를 이용하여 머리 방향에 대한 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하여 머리의 방향벡터를 계산할 수 있다.
- [0096] 이어서, 환자의 안구 움직임 및 머리 움직임을 기반으로 이득값을 계산하고 출력할 수 있다(S3). 이득값을 계산하기 위해서, 상기 안구 움직임 및 머리 움직임 데이터를 이용하여 안구 움직임 속도 및 머리 움직임 속도를 계산할 수 있다.
- [0097] 상기 안구 움직임 속도 및 머리 움직임 속도를 이용하여 상기 이득값을 계산할 수 있다. 상기 환자 촬영 동영상(2)에서의 시간 해상도를 'FPS'라 하고, 두부를 크게 움직이는 시점을 'head peak index'라 하며, 두부를 크게 움직인 후 1초 이내의 시간에 반대 방향으로 동공이 움직일 때를 'eye peak index'라 할 때, 상기 이득값은 상기 [수식 2]로 계산될 수 있다.
- [0098] 또한, 머리와 안구의 즉각적인 변화와 상기 이득값은 그래프로 출력될 수 있다. 이 과정에서, 좌안과 우안의 변화와 이득값을 각각 나타낼 수 있다.
- [0099] 이어서, 상기 이득값을 바탕으로 어지럼증을 진단할 수 있다(S4). 상기 이득값이 '1'에 가까울수록 정상을 의미하며 이에서 벗어날수록 전정신경 기능의 이상을 의미할 수 있다. 또한, 상기 이득값과 상기 안구 움직임을 기반으로 중추성 전정신경 기능의 이상과 말초성 전정신경 기능의 이상을 판단할 수 있다.
- [0100] 이상에서 설명한 본 발명의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 방법은 예를 들어, 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장되어 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 기록 매체의 형태(또는 컴퓨터 프로그램 제품)로 구현될 수 있다.
- [0101] 여기서, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체(예를 들어, 메모리, 하드디스크, 자기/광학 매체 또는 SSD(Solid-State Drive) 등)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있는데, 예를 들어, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [0102] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 어지럼증 진단 방법은 전체 또는 일부가 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하며, 컴퓨터 프로그램은 프로세서에 의해 처리되는 프로그래밍 가능한 기계 명령어를 포함하고, 고레벨 프로그래밍 언어(High-level Programming Language), 객체 지향 프로그래밍 언어(Object-oriented Programming Language), 어셈블리 언어 또는 기계 언어 등으로 구현될 수 있다.

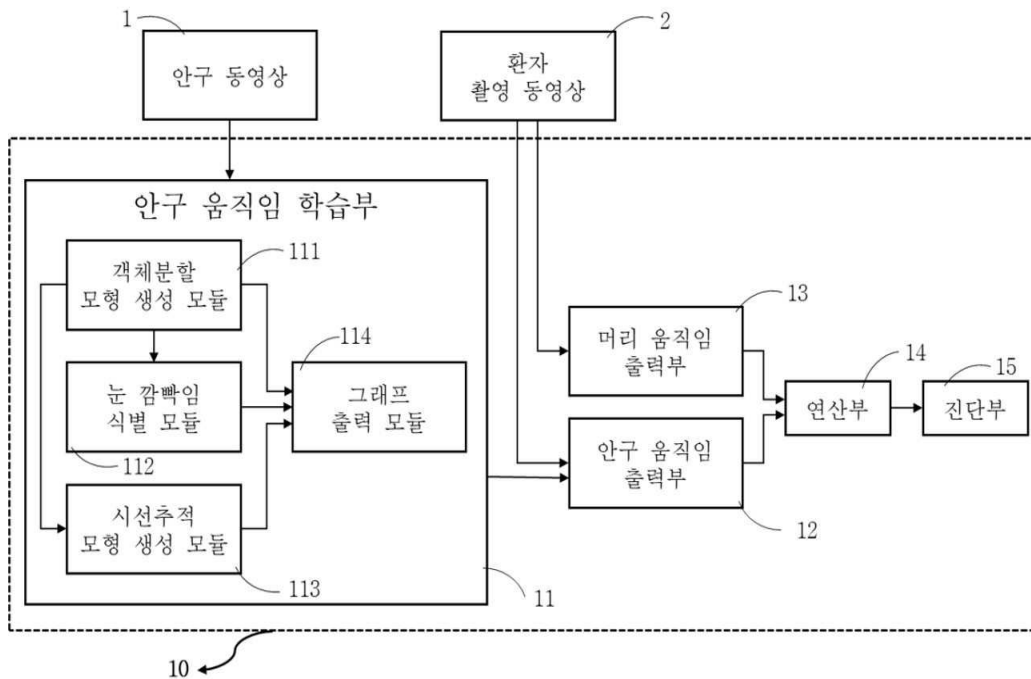
[0103] 이상에서와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예가 특정 용어들을 사용하여 설명 및 도시되었지만, 그러한 용어는 오로지 본 발명을 명확하게 설명하기 위한 것일 뿐이다. 그리고, 본 발명의 실시예 및 기술된 용어는 다음의 청구범위의 기술적 사상 및 범위로부터 이탈되지 않고서 여러 가지 변경 및 변화가 가해질 수 있는 것은 자명한 일이다. 이와 같이 변형된 실시예들은 본 발명의 사상 및 범위로부터 개별적으로 이해되어져서는 안되며, 본 발명의 청구범위 안에 속한다고 해야 할 것이다.

부호의 설명

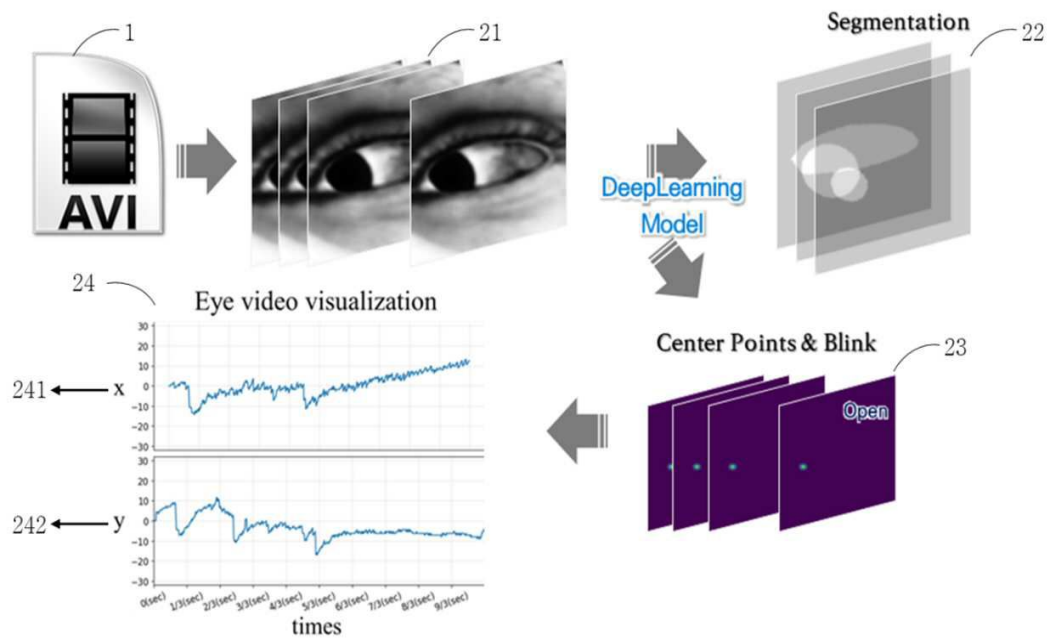
- [0104]
- | | |
|-------------------|---------------------|
| 10 : 어지럼증 진단 장치 | |
| 11 : 안구 움직임 학습부 | 12 : 안구 움직임 출력부 |
| 13 : 머리 움직임 출력부 | 14 : 연산부 |
| 15 : 진단부 | 111 : 객체분할 모형 생성 모듈 |
| 112 : 눈 깜빡임 식별 모듈 | 113 : 시선추적 모형 생성 모듈 |
| 114 : 그래프 출력 모듈 | |

도면

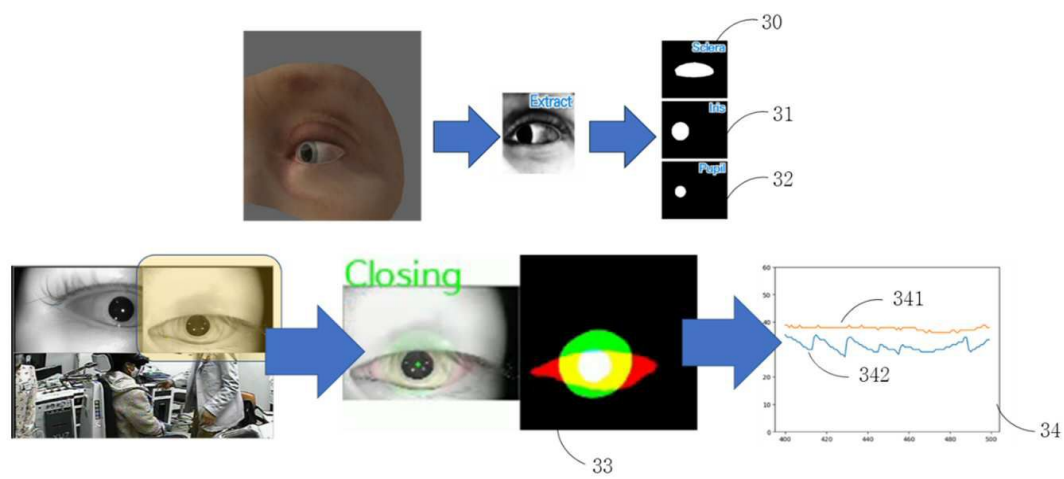
도면1



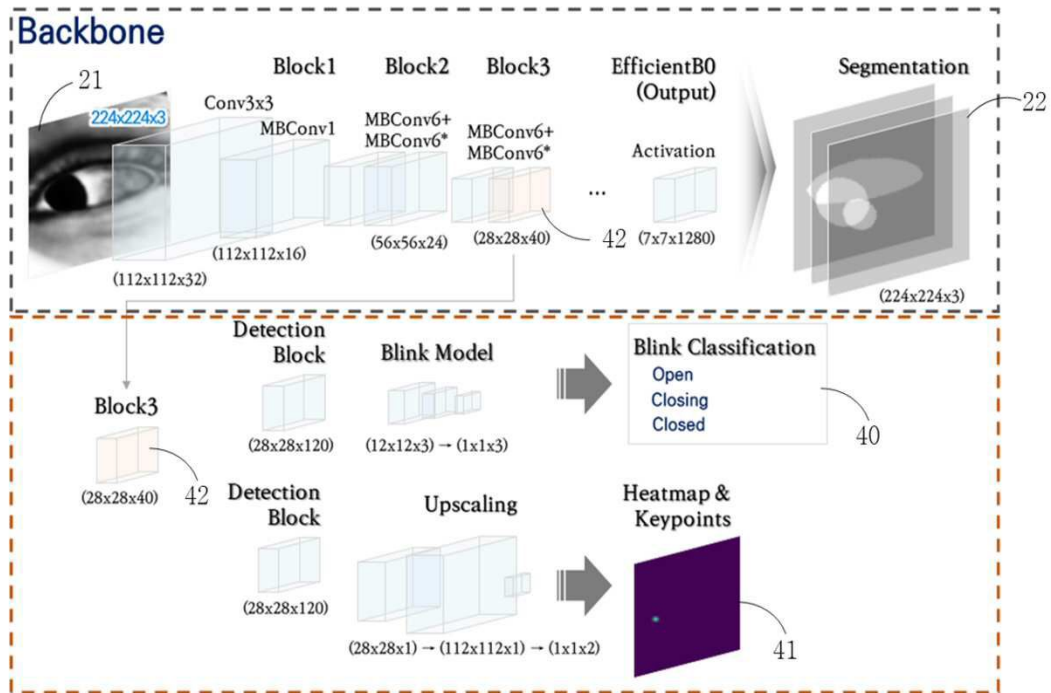
도면2



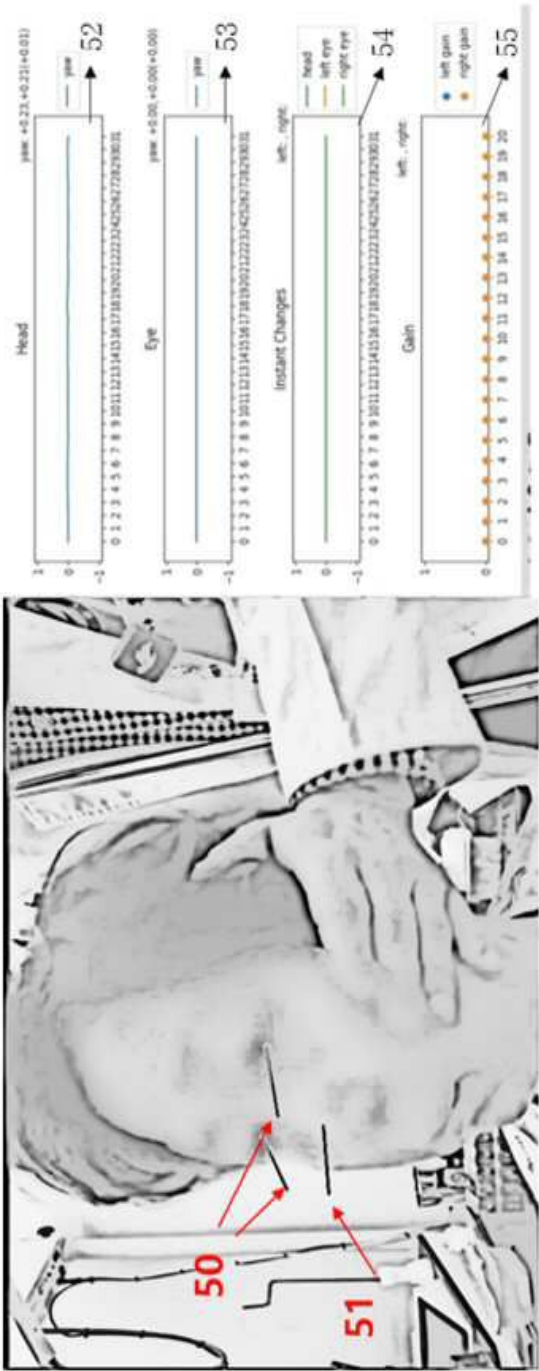
도면3



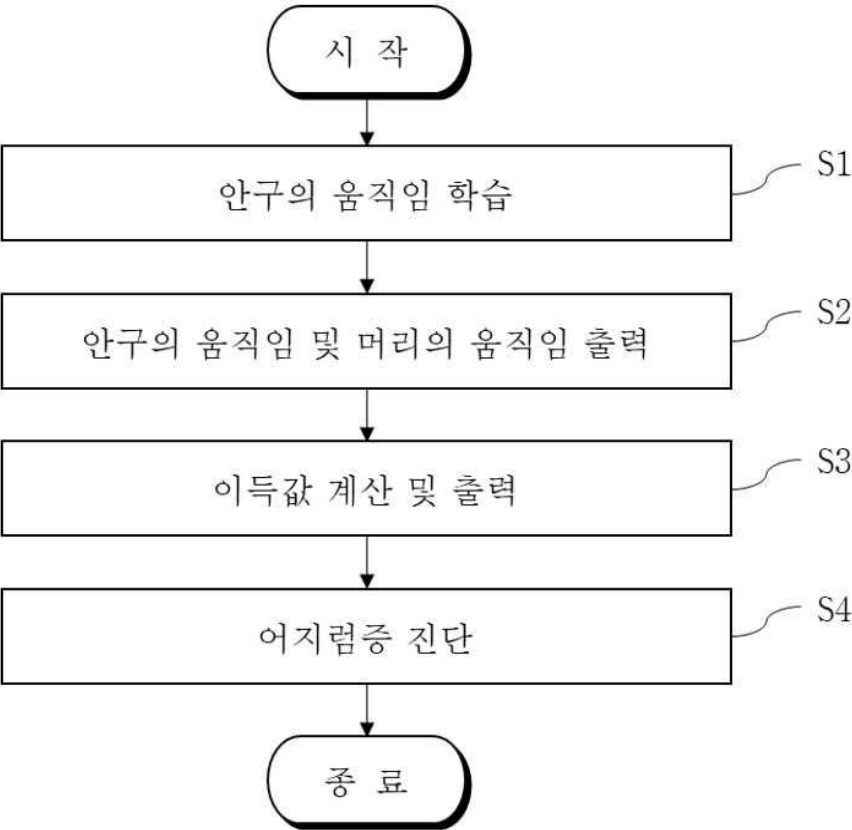
도면4



도면5



도면6



도면7

