



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0126908
(43) 공개일자 2024년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/107 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/1072 (2013.01)

A61B 5/1071 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0019390

(22) 출원일자 2023년02월14일

심사청구일자 2023년02월14일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

충남대학교병원

대전광역시 중구 문화로 282 (대사동)

주식회사 이노브바이오

대전광역시 유성구 테크노4로 17, 씨419호(관평동, 대덕비즈센터)

(72) 발명자

조재수

충청남도 천안시 서북구 봉서산1길 35, 120동 601호 (쌍용동, 파크밸리동일하이빌)

송승한

대전 서구 둔산로 155 크로바아파트103동902호

윤영목

대전광역시 서구 둔산로 155, 114동 602호(둔산동, 크로바아파트)

(74) 대리인

특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 5 항

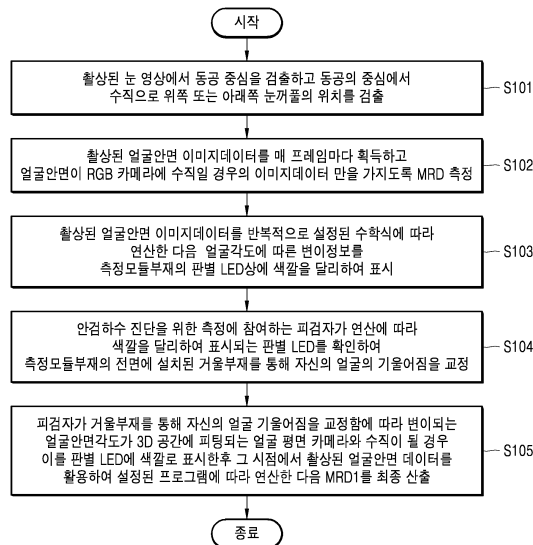
(54) 발명의 명칭 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법

(57) 요약

본 발명은 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법에 관한 것으로, 안검하수 진단을 위해 촬영된 얼굴안면 화상신호를 반복적으로 연산하여 최종적으로 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라와 수직이 될 때까지 얼굴각도에 따른 변이정보를 색깔정보로 표시되게 하여 안검하수 진단을 위한 피

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



검자가 거울부재를 보고 반복적으로 자신의 얼굴자세를 교정함으로써, 얼굴의 기울어짐 오류를 최대로 보정하여 안검하수 진단을 위한 측정데이터를 정밀하게 산출하므로 그에 따라 안검하수 진단의 정밀성을 상당히 향상시킬 수 있고, 또한 안검하수의 진단을 위해 피검자에게 복잡한 장비를 착용시키지 않고도 촬영된 얼굴안면 화상신호를 다단계로 연산하여 처리함으로써, 사람의 얼굴형상이나 상태에 관계없이 피검자의 얼굴의 기울어짐 오류를 즉시 교정하여 정확한 MRD1값을 측정할 수 있으므로 그에 따라 안검하수 진단에 적극적으로 활용할 수 있으므로 그에 따라 안검하수 진단의 편의성을 극대화시키는 효과도 있다

(52) CPC특허분류

A61B 5/1079 (2013.01)

A61B 5/706 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356233
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2022.05.01 ~ 2023.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴과 대향되게 수직으로 배치되고 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴을 촬상하여 피검자에게 피드백시켜주는 측정모듈부재와;

상기 측정모듈부재에 전기회로적으로 연결되어 연동되고 측정모듈부재에 의해 촬상된 피검자의 얼굴화면을 설정된 프로그램에 의해 분석 및 판별한 다음 피검자의 얼굴의 기울어짐에 따른 변이정보를 측정모듈부재를 통해 피드백시키는 분석모듈부재를 포함하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치로서;

상기 측정모듈부재에는 측정모듈부재의 몸체 전면부에 설치되어 일정거리를 위치한 피검자가 자신의 모습을 보고 자세를 교정하는 거울부재와;

상기 몸체의 전면 양쪽에 일정이격을 두고 각기 설치되어 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 좌우 눈을 촬상하여 분석모듈부재로 전송하는 IR 카메라와,

상기 몸체의 전면 중앙 하단에 설치되어 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴안면 전체를 촬상하여 분석모듈부재로 전송하는 RGB 카메라

상기 몸체의 전면 중앙 하단에 설치되어 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정하여 분석모듈부재로 전송하는 텡스카메라와,

상기 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴의 기울어짐에 따른 RGB 카메라에 의해 촬상된 얼굴 이미지 데이터의 변이정보에 동기되어 정면얼굴과 그 외의 얼굴 기울어짐을 구분하여 청색과 적색으로 구분하여 표시하는 판별 LED와,

상기 분석모듈부재의 기능제어신호에 따라 판별 LED와 적외선 LED를 컨트롤하는 LED 컨트롤러를 더 포함하고;

상기 분석모듈부재는 상기 안검하수 비전장치의 안검하수 진단을 위한 측정기능을 제어하는 제어모듈과, 상기 제어모듈의 기능제어하에 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들과 안검하수 진단을 위해 설정된 프로그램을 저장하는 메모리를; 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분석모듈부재에는 유,무선 방식에 의해 안검하수 진단을 위한 측정시작을 분석모듈부재로 입력시키는 측정시작 동기화버튼을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치.

청구항 3

분석모듈부재가 측정모듈부재에 설치된 적외선 LED를 통해 전면에 위치한 사람의 눈으로 적외선을 조사하고 IR 카메라에 의해 촬영된 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 눈 영상에서 동공을 검출한 후 그 검출된 동공에서 동공 중심을 검출한 다음 동공의 중심에서 수직으로 위쪽 또는 아래쪽 눈꺼풀의 위치를 검출하는 제1 단계;

상기 제1 단계단계중에 단말시스템부가 측정모듈부재의 RGB 카메라와 텡스카메라를 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴안면을 촬상하고 그 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 매 프레임마다 획득하여 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴안면이 RGB 카메라에 수직일 경우의 이미지데이터 만을 가지도록 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정하는 제2 단계와;

상기 제2 단계중에 분석모듈부재가 카메라들에 의해 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 반복적으로 설정된 수학적식에 따라 연산한 다음 얼굴각도(얼굴 기울어짐)에 따른 변이정보를 측정모듈부재의 판별 LED상에 색깔을 달리하여 표시하는 제3 단계와;

상기 제3 단계중에 분석모듈부재가 연산에 따라 색깔을 달리하여 표시되는 판별 LED를 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 통해 자신의 얼굴의 기울어짐을 교정하는 제4 단계와;

상기 제4 단계중에 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 통해 자신의 얼굴의 기울어짐을 교정함에 따라 변이되는 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 될 경우 이를 측정모듈부재의 판별 LED에 색깔로 표시한 후 그 시점에서 촬상된 얼굴안면 데이터를 활용하여 설정된 프로그램에 따라 연산한 다음 안검하수 진단을 위한 MRD1를 최종 산출하는 제5 단계; 포함하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 단계에는 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 보고 측정을 위해 자신의 얼굴을 정면을 바라본 상태에서 안검하수 진단을 위한 측정의 동기화를 위해 측정시작 동기화버튼을 누를 경우 분석모듈부재의 제어모듈이 판별하여 이를 표시패널을 통해 외부로 표시하므로 측정자가 동기화되어 측정을 시작하도록 실행시키는 측정시작 동기화단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제 2 단계 내지 제4 단계중에는 분석모듈부재의 기능제어에 따라 측정모듈부재의 RGB카메라와 텡스카메라가 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴 및 거리정보를 측정하여 분석모듈부재로 전송하는 제201단계와;

상기 제201단계후에 설정된 프로그램 예컨대, 랜드마크 포인트 3D매핑 프로그램을 활성화 하여 촬상하여 얻어진 얼굴이미지데이터에서 특정 얼굴안면부를 검출하고 그 부분에 랜드마크 예컨대, 일정규격으로 RGB 카메라의 화면상에 표시되는 얼굴 기준박스를 표시함과 더불어 텡스카메라에 의해 얻어진 거리정보를 활용하여 얼굴평면 기울기 혹은 얼굴각도를 추정하는 제202단계와;

상기 제202단계중에 분석모듈부재가 활성화된 랜드마크 포인트 3D매핑 프로그램을 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자가 거울부재와 판별LED에 의해 자신의 얼굴 기울어짐 자세를 보정함에 따라 변이되는 거리정보를 수학식 1에 의해 랜드마크 포인트 3D매핑을 하여 연산한 다음 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 혹은일정규격으로 RGB 카메라의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 될 경우 이를 측정모듈부재의 판별 LED를 통해 표시시키는 제203단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법.

[수학식 1]

$$|\alpha| \leq Thr1 \text{ and } |\gamma| \leq Thr2,$$

프레임 (Frame)= 예 (정면얼굴)

프레임 (Frame)= 아니오 (기울어진 얼굴)

여기서 상기 α (그리스어 알파)는 얼굴평면 좌-우 기울기 각도이고, 상기 γ (그리스어 감마)는 상-하 기울기 각도이며, 상기 Thr1, Thr2는 기울어진 얼굴각도 임계값이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법에 관한 것으로, 특히 안검하수의 측정을 위한 피검자의 얼굴각도에 따른 변이정보를 표시패널을 통해 색깔정보로 피검자에게 즉시 피드백해주어 피검자로하여금 거울부재를 통해 자신의 얼굴이 정면을 바라보도록 신속히 교정되게 함으로써, 얼굴각도 추정을 통해 안검하수 피검자에 대한 측정오류를 최소화하여 안검하수 진단을 위한 MRD1 데이터를 정밀하게 얻을 수 있는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 한국에서 이루어지는 외과 수술 중 가장 많이 시행되는 수술은 눈성형 수술인데, 이러한 눈성형수술 이외에도 근년에는 눈꺼풀 질환에 대한 수술도 지속적으로 증가하고 있는 것이 현실이다. 이러한 눈꺼풀 질환 가운데 대표적인 질환이 안검하수(ptosis)인데, 이 안검하수(눈꺼풀처짐증)는 통상 윗눈꺼풀이 아래로 처져 눈꺼풀 틈새가 작아진 상태를 의미한다. 이는 윗눈꺼풀에 연결된, 눈꺼풀을 올렸다 내렸다 하는 근육(윗눈꺼풀 올림근, 상암건 거근)의 힘이 약해져서 발생한다고 알려져 있다. 이러한 안검하수 증상은 눈이 작고 항상 졸린 것처럼 보이는 경우, 양쪽 눈 크기의 차이가 심하고 한쪽에만 쌍꺼풀이 있는 경우에는 안검하수를 의심해 보아야 한다. 정상적으로는 윗눈꺼풀이 눈동자 검은자위(각막)의 윗부분을 1~2mm 정도 덮고 있는데, 검은자위가 이보다 더 많이 덮인 경우에는 안검하수가 있는 것으로 볼 수 있다. 소아의 경우 이러한 안검하수가 심할 경우 시력 발달에 문제가 생길 수 있고, 미관상의 문제로 인해 정서에 악영향을 주기도 한다. 성인의 경우에도 외관상의 문제뿐만 아니라 심할 경우 눈꺼풀이 시야를 가려 일상 생활에 답답함을 느끼거나, 때로는 이마 전두근의 힘으로 눈꺼풀을 들어올리기 때문에 두통이 생기는 경우도 있다. 현재 임상에서는 안검하수 진찰 시 안검하수의 정도를 눈 정면에서 자를 들고 의사가 육안으로 양측을 대략 측정하고 있으나, 이는 부정확할 뿐만 아니라 두위가 고정되어 있지 않아 측정할 때 마다 두위가 달라짐으로써 일정한 측정이 어려운 한계점이 있다.

[0003] 그러면 상기와 같은 종래 안검하수 진단장치를 도 1을 참고로 살펴보면, 일정거리에 카메라(70)를 고정하고 이 고정된 카메라(70)로부터 사람(71)의 얼굴안면 특히 양쪽 눈을 촬상한다. 그리고 상기와 같은 카메라(70)로 촬상된 사람(71)의 얼굴안면의 이미지를 PC(72)에 내장된 안검하수 측정프로그램을 활용하여 분석한 다음 사람의 얼굴안면 눈 사이의 거리를 측정하여 의학적으로 활용한다.

[0004] 즉, 상기와 같은 종래 안검하수 진단장치를 좀 더 구체적으로 살펴보면, 일정위치에 고정된 카메라(70)를 통해 사람(71)의 얼굴을 촬상하여 연동하는 PC(72)로 전송한다. 그러면 상기 카메라(70)와 연동하는 PC(72)에서 예컨대, 설정된 안검하수를 위한 사진 측정 프로그램 (image J)를 활성화한 다음 상기 카메라(70)에 의해 촬상된 사람(71)의 이미지정보를 분석하여 안검하수 진단을 위한 MRD1을 판별하게 된다.

[0005] 이때 상기 카메라(70)는 비접촉 측정센서이기때문에 안검하수 진단을 위한 MRD1값을 측정하기 위해서 일정크기의 거리표식자를 사용한다.

[0006] 한편, 상기와 같은 종래 안검하수 진단을 위한 측정과정에서 설정된 양쪽 눈의 특정영역에서 예컨대, MRD1을 측정하기 위해 거리표식자를 이용하여 화소 혹은 픽셀수(pixel)를 측정하는데, 실제 길이를 알고 있는 기준값(Reference)이 되는 기준대상물(Object)로부터 1 pixel 당 실제 거리(mm)를 계산하여 안검하수를 위한 MRD1을 측정하여 의학적으로 안검하수의 진단에 활용하게 된다.

[0007] 그러나 상기와 같은 종래 안검하수 진단장치는 촬상된 이미지의 화소 혹은 픽셀(pixel)을 측정하는 방식이기때문에 안검하수 피검자의 얼굴자세에 따른 오차가 매우 심하기 때문에 실제값과 대조하는 계산과정이 필요하여 정밀한 측정값을 얻기가 어려웠으며, 또한 안검하수 진단을 위해 사람의 턱을 고정해서 사진을 찍을 경우에도 사람이 무의식적으로 자신의 얼굴의 노출 정도가 꺼려지는 부분을 더 보상하려고 하기 때문에 피검자의 얼굴이 기울어 질 수가 있어 이경우 가장 편한상태에서 이미지 영상을 찍어 설정된 범위라인내에 있는 안검하수 진단을 위한 MRD1값만 인정하고 평소의 보상을 측정하여 활용하여야 하나 실제 현실에서 구현하기가 용이하지 않아 이 방법 역시 정밀한 측정값을 얻기가 매우 어렵다는 문제점이 있었다.

[0008] 더 나아가, 최근에 안검하수 진단을 위해 도 2에 도시된 바와같이 피검자의 머리와 턱을 고정하는 얼굴 고정대(73)를 개발하여 널리 사용하고 있는데, 이 경우에도 사람의 얼굴형상이 예컨대, 이마가 튀어나오거나 혹은 반대로 들어가거나 또는 눈이 튀어나오거나 혹은 눈이 들어가거나 등등 매우 다양한 얼굴형상이 있기 때문에 카메라와 사람의 눈간의 거리를 항상 일정하게 유지할 수 없었으며, 또한 사람의 이마가 상기와 같은 안검하수 측정을 위한 지지대에 고정될 경우 눈근육이 수축되어 실제 MRD1 측정값에 영향을 미치게 되므로 MRD1 값을 정확히 측정할 수가 없어 안검하수 진단이나 기타 얼굴안면을 정확히 측정하여 또 다른 콘텐츠에 활용하는 것이 매우 어렵다는 문제점이 있었다.

- [0009] [선행기술문헌]
- [0010] [특허문헌]
- [0011] 국내 공개특허공보 제10-2009-0124657호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 이에 본 발명은 상기와 같은 제반 문제점을 해결하기 위해 발명된 것으로, 안검하수 진단을 위해 촬상된 얼굴안면 화상신호를 반복적으로 연산하여 최종적으로 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라와 수직이 될 때까지 얼굴각도에 따른 변이정보를 색깔정보로 표시되게 하여 안검하수 진단을 위한 피검자가 거울부재를 보고 반복적으로 자신의 얼굴자세를 교정함으로써, 얼굴의 기울어짐 오류를 최대로 보정하여 안검하수 진단을 위한 측정데이터를 정밀하게 산출할 수 있는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법을 제공함에 그 목적이 있다.
- [0013] 상기와 같은 본 발명의 또 다른 목적은 안검하수의 진단을 위해 피검자에게 복잡한 장비를 착용시키지 않고도 촬상된 얼굴안면 화상신호를 다단계로 연산하여 처리함으로써, 사람의 얼굴형상이나 상태에 관계없이 피검자의 얼굴의 기울어짐 오류를 즉시 교정하여 정확한 MRD1값을 측정한 다음 정밀한 안검하수 진단에 적극적으로 활용할 수 있는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴과 대향되게 수직으로 배치되고 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴을 촬상하여 피검자에게 피드백시켜주는 측정모듈부재와;
- [0015] 상기 측정모듈부재에 전기회로적으로 연결되어 연동되고 측정모듈부재에 의해 촬상된 피검자의 얼굴화면을 설정된 프로그램에 의해 분석 및 판별한 다음 피검자의 얼굴의 기울어짐에 따른 변이정보를 측정모듈부재를 통해 피드백 시키는 분석모듈부재를 포함하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치로서;
- [0016] 상기 측정모듈부재에는 측정모듈부재의 몸체 전면부에 설치되어 일정거리를 위치한 피검자가 자신의 모습을 보고 자세를 교정하는 거울부재와;
- [0017] 상기 몸체의 전면 양쪽에 일정이격을 두고 각기 설치되어 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 좌우 눈을 촬상하여 분석모듈부재로 전송하는 IR 카메라와,
- [0018] 상기 몸체의 전면 중앙 하단에 설치되어 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴안면 전체를 촬상하여 분석모듈부재로 전송하는 RGB 카메라
- [0019] 상기 몸체의 전면 중앙 하단에 설치되어 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정하여 분석모듈부재로 전송하는 텡스카메라와,
- [0020] 상기 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴의 기울어짐에 따른 RGB 카메라에 의해 촬상된 얼굴 이미지 데이터의 변이정보에 동기되어 정면얼굴과 그 외의 얼굴 기울어짐을 구분하여 청색과 적색으로 구분하여 표시하는 판별 LED와,
- [0021] 상기 분석모듈부재의 기능제어신호에 따라 판별 LED와 적외선 LED를 컨트롤하는 LED 컨트롤러를 더 포함하고;
- [0022] 상기 분석모듈부재는 상기 안검하수 비전장치의 안검하수 진단을 위한 측정기능을 제어하는 제어모듈과, 상기 제어모듈의 기능제어하에 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들과 안검하수 진단을 위해 설정된 프로그램을 저장하는 메모리를; 더 포함하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치를 제공하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 특징은 분석모듈부재에는 유,무선 방식에 의해 안검하수 진단을 위한 측정시작을 분석모듈부재로 입력시키는 측정시작 동기화버튼을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치를 제공하는데 있다,
- [0024] 또한 본 발명의 또 다른 특징은 분석모듈부재가 측정모듈부재에 설치된 적외선 LED를 통해 전면에 위치한 사람

의 눈으로 적외선을 조사하고 IR 카메라에 의해 촬영된 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 눈 영상에서 동공을 검출한 후 그 검출된 동공에서 동공 중심을 검출한 다음 동공의 중심에서 수직으로 위쪽 또는 아래쪽 눈꺼풀의 위치를 검출하는 제1 단계;

[0025] 상기 제1 단계단계중에 단말시스템부가 측정모듈부재의 RGB 카메라와 뎀스카메라를 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴안면을 촬상하고 그 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 매 프레임마다 획득하여 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴안면이 RGB 카메라에 수직일 경우의 이미지데이터 만을 가지도록 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정하는 제2 단계와;

[0026] 상기 제2 단계중에 분석모듈부재가 카메라들에 의해 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 반복적으로 설정된 수학적식에 따라 연산한 다음 얼굴각도(얼굴 기울어짐)에 따른 변이정보를 측정모듈부재의 판별 LED상에 색깔을 달리하여 표시하는 제3 단계와;

[0027] 상기 제3 단계중에 분석모듈부재가 연산에 따라 색깔을 달리하여 표시되는 판별 LED를 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 통해 자신의 얼굴의 기울어짐을 교정하는 제4 단계와;

[0028] 상기 제4 단계중에 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 통해 자신의 얼굴의 기울어짐을 교정함에 따라 변이되는 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스과 수직이 될 경우 이를 측정모듈부재의 판별 LED에 색깔로 표시한 후 그 시점에서 촬상된 얼굴안면 데이터를 활용하여 설정된 프로그램에 따라 연산한 다음 안검하수 진단을 위한 MRD1를 최종 산출하는 제5 단계를; 포함하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법을 제공하는데 있다.

[0029] 또한 본발명의 또 다른 특징은, 상기 제1 단계에는 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 보고 측정을 위해 자신의 얼굴을 정면을 바라본 상태에서 안검하수 진단을 위한 측정의 동기화를 위해 측정시작 동기화버튼을 누를경우 분석모듈부재의 제어모듈이 판별하여 이를 표시패널을 통해 외부로 표시하므로 측정자가 동기화되어 측정을 시작하도록 실행시키는 측정시작 동기화단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치의 제어방법을 제공하는데 있다.

[0030] 또한 본 발명의 또 다른 특징은 상기 제 2 단계 내지 제4 단계중에는 분석모듈부재의 기능제어에 따라 측정모듈부재의 RGB카메라와 뎀스카메라가 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴 및 거리정보를 측정하여 분석모듈부재로 전송하는 제201단계와;

[0031] 상기 제201단계후에 설정된 프로그램 예컨대, 랜드마크 포인트 3D매핑 프로그램을 활성화 하여 촬상하여 얻어진 얼굴이미지데이터에서 특정 얼굴안면부를 검출하고 그 부분에 랜드마크 예컨대, 일정규격으로 RGB 카메라의 화면상에 표시되는 얼굴 기준박스를 표시함과 더불어 뎀스카메라에 의해 얻어진 거리정보를 활용하여 얼굴평면 기울기 혹은 얼굴각도를 추정하는 제202단계와;

[0032] 상기 제202단계중에 분석모듈부재가 활성화된 랜드마크 포인트 3D매핑 프로그램을 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자가 거울부재와 판별LED에 의해 자신의 얼굴 기울어짐 자세를 보정함에 따라 변이되는 거리정보를 수학적 1에 의해 랜드마크 포인트 3D매핑을 하여 연산한 다음 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 혹은일정규격으로 RGB 카메라의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스과 수직이 될 경우 이를 측정모듈부재의 판별 LED을 통해 표시시키는 제203단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법을 제공하는데 있다.

[0033] [수학적 식 1]

$$|\alpha| \leq Thr1 \text{ and } |\gamma| \leq Thr2,$$

프레임 (*Frame*)= 예 (정면얼굴)

프레임 (*Frame*)= 아니오 (기울어진 얼굴)

[0034]

[0035] 여기서 상기 α (그리스어 알파)는 얼굴평면 좌-우 기울기 각도이고, 상기 γ (그리스어 감마)는 상-하 기울기 각도이며, 상기 Thr1, Thr2는 기울어진 얼굴각도 임계값이다.

[0037] 기타 실시 예의 구체적인 사항은 "발명을 실시하기 위한 구체적인 내용" 및 첨부 "도면"에 포함되어 있다.

[0038] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 각종 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다.

[0039] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 각 실시 예의 구성만으로 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수도 있으며, 단지 본 명세서에서 개시한 각각의 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구범위의 각 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐임을 알아야 한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명에 의하면, 안검하수 진단을 위해 촬영된 얼굴안면 화상신호를 반복적으로 연산하여 최종적으로 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라와 수직이 될 때까지 얼굴각도에 따른 변이정보를 색깔정보로 표시되게 하여 안검하수 진단을 위한 피검자가 거울부채를 보고 반복적으로 자신의 얼굴자세를 교정함으로써, 얼굴의 기울어짐 오류를 최대로 보정하여 안검하수 진단을 위한 측정데이터를 정밀하게 산출하므로 그에 따라 안검하수 진단의 정밀성을 상당히 향상시키는 효과가 있다.

[0041] 또한 상기와 같은 본 발명에 따르면, 안검하수의 진단을 위해 피검자에게 복잡한 장비를 착용시키지 않고도 촬영된 얼굴안면 화상신호를 다단계로 연산하여 처리함으로써, 사람의 얼굴형상이나 상태에 관계없이 피검자의 얼굴의 기울어짐 오류를 즉시 교정하여 정확한 MRD1값을 측정한 다음 정밀한 안검하수 진단에 적극적으로 활용할 수 있으므로 그에 따라 안검하수 진단의 편의성을 극대화시키는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1은 종래 안검하수 진단장치의 일례를 설명하는 도면.

도 2는 종래 안검하수 진단장치에 적용되는 지지대를 설명하는 도면.

도 3은 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치의 구성을 개략적으로 나타낸 도면.

도 4는 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치의 제어방법을 알기 쉽게 설명하는 플로우차트 도면.

도 5는 상기 본 발명의 안검하수 비전장치에 적용되는 랜드마크 포인트 3D 매핑과정을 좀 더 알기 쉽게 설명하는 플로우차트 도면.

도 6은 상기 본 발명의 안검하수 비전장치에 적용되는 평면 기울기 추정과정을 좀 더 알기 쉽게 설명하는 도면.

도 7은 상기 본 발명의 안검하수 비전장치에 적용되는 측정모듈부재의 일실시예를 설명하는 도면.

도 8은 상기 본 발명의 안검하수 비전장치에 적용되는 측정모듈부재의 또다른 일실시예를 설명하는 도면.

도 9는 본 발명의 안검하수 비전장치의 얼굴각도 추정시 적용되는 카메라의 화면에 표시되는 표식자 혹은 얼굴 기준박스의 일례를 나타내는 도면.

도 10은 이미지 센서(sensor)로 물체(object)를 측정할 때 물체(object)와 렌즈(lens)간의 기하학적 위치에 따라서 발생하는 퍼스펙티브 에러에 대한 개념도를 설명하는 도면.

도 11은 기준 표식자별로 실제 카메라와 기준 표식자가 있는 평면과의 기하학적 각도를 다양하게 변경하면서 원형도를 측정하고, 측정된 원형도에서의 실제 평면위의 기준 물체의 치수를 측정하는 개념을 설명하는 도면.

도 12는 표식자 평판 위에 기준 표식자와 기준 물체를 좌-우 및 앞-뒤 기울기를 변경하면서 카메라로 촬영하는 개념을 설명하는 도면.

도 13은 퍼스펙티브 에러를 보정하는 필터링 플로우차트를 보여주는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 본 발명을 상세하게 설명하기 전에, 본 명세서에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 무조건 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 발명자가 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해서 각종 용어의 개념을 적절하게 정의하여 사용할 수 있고, 더 나아가 이들 용어나 단어는 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 알아야 한다.
- [0044] 즉, 본 명세서에서 사용된 용어는 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명하기 위해서 사용되는 것일 뿐이고, 본 발명의 내용을 구체적으로 한정하려는 의도로 사용된 것이 아니며, 이들 용어는 본 발명의 여러 가지 가능성을 고려하여 정의된 용어임을 알아야 한다.
- [0045] 또한, 본 명세서에서, 단수의 표현은 문맥상 명확하게 다른 의미로 지시하지 않는 이상, 복수의 표현을 포함할 수 있으며, 유사하게 복수로 표현되어 있다고 하더라도 단수의 의미를 포함할 수 있음을 알아야 한다.
- [0046] 본 명세서의 전체에 걸쳐서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소를 "포함"한다고 기재하는 경우에는, 특별히 반대되는 의미의 기재가 없는 한 임의의 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 임의의 다른 구성 요소를 더 포함할 수도 있다는 것을 의미할 수 있다.
- [0047] 더 나아가서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "내부에 존재하거나, 연결되어 설치된다"라고 기재한 경우에는, 이 구성 요소가 다른 구성 요소와 직접적으로 연결되어 있거나 접촉하여 설치되어 있을 수 있고, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있을 수도 있으며, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있는 경우에 대해서는 해당 구성 요소를 다른 구성 요소에 고정 내지 연결하기 위한 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재할 수 있으며, 이 제 3의 구성 요소 또는 수단에 대한 설명은 생략될 수도 있음을 알아야 한다.
- [0048] 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결"되어 있거나, 또는 "직접 접속"되어 있다고 기재되는 경우에는, 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재하지 않는 것으로 이해하여야 한다.
- [0049] 마찬가지로, 각 구성 요소 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 " ~ 사이에"와 "바로 ~ 사이에", 또는 " ~ 에 이웃하는"과 " ~ 에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 취지를 가지고 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0050] 또한, 본 명세서에서 "일면", "타면", "일측", "타측", "제 1", "제 2" 등의 용어는, 사용된다면, 하나의 구성 요소에 대해서 이 하나의 구성 요소가 다른 구성 요소로부터 명확하게 구별될 수 있도록 하기 위해서 사용되며, 이와 같은 용어에 의해서 해당 구성 요소의 의미가 제한적으로 사용되는 것은 아님을 알아야 한다.
- [0051] 또한, 본 명세서에서 "상", "하", "좌", "우" 등의 위치와 관련된 용어는, 사용된다면, 해당 구성 요소에 대해서 해당 도면에서의 상대적인 위치를 나타내고 있는 것으로 이해하여야 하며, 이들의 위치에 대해서 절대적인 위치를 특정하지 않는 이상은, 이들 위치 관련 용어가 절대적인 위치를 언급하고 있는 것으로 이해하여서는 아니된다.
- [0052] 또한, 본 명세서에서는 각 도면의 각 구성 요소에 대해서 그 도면 부호를 명기함에 있어서, 동일한 구성 요소에 대해서는 이 구성 요소가 비록 다른 도면에 표시되더라도 동일한 도면 부호를 가지고 있도록, 즉 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 지시하고 있다.
- [0053] 본 명세서에 첨부된 도면에서 본 발명을 구성하는 각 구성 요소의 크기, 위치, 결합 관계 등은 본 발명의 사상을 충분히 명확하게 전달할 수 있도록 하기 위해서 또는 설명의 편의를 위해서 일부 과장 또는 축소되거나 생략

되어 기술되어 있을 수 있고, 따라서 그 비례나 축척은 엄밀하지 않을 수 있다.

- [0054] 또한, 이하에서, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 구성, 예를 들어, 종래 기술을 포함하는 공지 기술에 대해 상세한 설명은 생략될 수도 있다.
- [0056] 이하, 본 발명의 실시 예에 대해 관련 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0057] 도 3은 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0058] 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치는, 도 3에 도시된 바와같이 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴과 대향되게 수직으로 배치되고 상기 피검자(혹은 환자:1)의 얼굴을 촬상하여 피검자(혹은 환자:1)에게 피드백시켜주는 측정모듈부재(2)와;
- [0059] 상기 측정모듈부재(2)에 전기회로적으로 연결되어 연동되고 측정모듈부재(2)에 의해 촬상된 피검자의 얼굴화면을 안검하수 진단을 위해 설정된 프로그램에 의해 분석 및 판별한 다음 피검자(혹은 환자:1)의 얼굴의 기울어짐에 따른 변이정보를 측정모듈부재(2)를 통해 피드백시키는 분석모듈부재(3)를 포함하여 구성된다.
- [0060] 그리고 상기 측정모듈부재(2)는 도 7에 도시된 바와같이 거울부재(4), IR 카메라(5a-b), RGB 카메라(6), 적외선 LED(7a-n), LED 컨트롤러(8), 판별 LED(9), 텡스카메라(10) 및 표시패널(15)을 포함하여 구성된다.
- [0061] 여기서 상기 거울부재(4)는 도 8에 도시된 바와같이 측정모듈부재(2)의 전면부에 설치되어 일정거리를 위치한 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자(1)가 자신의 모습을 보고 자세를 교정하도록 제공된다.
- [0062] 여기서 상기 분석모듈부재(3)에는 도 3에 도시된 바와같이 유,무선 방식을 통해 안검하수 진단을 위한 측정시작을 분석모듈부재(3)로 입력시키는 측정시작 동기화버튼(16) 더 포함한다. 상기 측정시작 동기화버튼(16)은 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자(혹은 환자: 1)가 측정모듈부재(2)의 전면에 설치된 거울부재(4)를 보고 측정을 위해 자신의 얼굴을 정면을 바라본 상태에서 안검하수 진단을 위한 측정의 동기화를 위해 측정시작 동기화버튼(16)을 누를경우 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)이 판별하여 이를 표시패널(15)을 통해 외부로 표시하거나 혹은 디스플레이(14)상에 표시하므로 측정자(혹은 의사: 도시안됨)가 동기화되어 측정을 시작하도록 실행시킨다.
- [0063] 즉, 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자(1)는 측정모듈부재(2)의 전면에 설치된 거울부재(4)를 보면서 측정을 위해 정면을 바라보는 자세를 잡은후 안검하수 진단을 위해 측정시 측정자 혹은 의사와 동기화를 이루기 위해 분석모듈부재(3)와 유무선으로 연동하는 측정시작 동기화버튼(16)을 누를경우 이를 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)이 표시패널(15)을 통해 혹은 분석모듈부재(3)의 디스플레이(14)의 화면상에 표시해줌으로써, 측정자 혹은 의사 역시 측정을 위해 동기화되어 그 시점부터 안검하수 진단을 위한 측정을 실행한다.
- [0064] 상기와 같이 피검자(혹은 환자)와 측정자(혹은 의사)가 안검하수 진단을 위한 측정과정에서 서로 동기화해야하는 이유는 안검하수진단을 위해서는 피검자(혹은 환자)가 측정을 위해 준비를 다하고 정면을 바라보고 있는데, 정작 측정자(혹은 의사)가 측정을 하지않고 다른 조작을 한다거나 아니면 측정자(혹은 의사)는 측정을 위해 준비를 다하고 있는데 피검자(혹은 환자)가 다른 동작을 취할 경우 정밀한 측정을 할 수 없어, 측정을 위해서는 반드시 이들이 동기화를 해야한다.
- [0065] 따라서 상기와 같이 동기화 할 경우 서로 동기화되어 신속히 측정과정을 진행하기 때문에 동기화를 위해 불필요한 시간을 소비할 필요가 없고, 또한 안검하수 진단을 위한 측정에서는 정면 얼굴상태에서 반복적으로 30~40장 이상의 이미지사진을 촬상하여 측정해야 하는데, 피검자(혹은 환자)가 동일한 자세를 계속 유지하기가 어려워 상기와 같은 동기화과정은 안검하수 진단을 위한 측정에서 반드시 필요하다.
- [0066] 더 나아가 상기 IR 카메라(5A-B)는 측정모듈부재(2)의 몸체 전면 양쪽에 일정이격을 두고 각기 설치되어 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 좌우 눈을 촬상하여 분석모듈부재(3)로 전송한다.
- [0067] 상기 RGB 카메라(6)는 측정모듈부재(2)의 전면 중앙 하단에 설치되어 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴안면 전체를 촬상하여 분석모듈부재(3)로 전송한다.
- [0068] 상기 텡스카메라(10)는 측정모듈부재(2)의 전면 중앙 하단 예컨대, RGB 카메라(6)의 하단에 설치되어 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정하여 분석모듈부재(3)로 전송한다.

[0069] 상기 판별 LED(9)는 분석모듈부재(3)와 연동하는 LED 컨트롤러(8)의 기능제어신호에 따라 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴의 기울어짐에 따른 변이정보에 동기되어 정면 얼굴일 경우 예컨대, 청색으로, 그 외의 기울어짐이 있을 경우 적색으로 표시한다(수학식 1 참조).

[0070] 상기 적외선 LED(7a-n)는 예컨대, 사람의 동공을 검출하기 위해 눈동자에 적외선을 조사하는 기능을 수행하는 것으로, 측정모듈부재(2)의 몸체 전면에 복수개 설치된다. 이때 상기와 같은 적외선 LED(7a-n)는 상술한 4대의 카메라(5a-b,6,10)와 일직선 상에 배치되거나 혹은 상기 카메라(5a-b,6,10)들 사이에 상하좌우로 교번되게 하나씩 배치되는 것이 바람직하다.

[0071] 상기 LED 컨트롤러(8)는 분석모듈부재(3)의 기능제어신호에 따라 판별 LED(9)와 적외선 LED(7a-n)를 컨트롤한다.

[0072] [수학식 1]

$$|\alpha| \leq Thr1 \text{ and } |\gamma| \leq Thr2,$$

프레임 (Frame) = 예 (정면얼굴)

프레임 (Frame) = 아니오 (기울어진 얼굴)

[0073]

[0075] 여기서 상기 α (그리스어 알파)는 얼굴평면 좌-우 기울기 각도이고, 상기 γ (그리스어 감마)는 상-하 기울기 각도이며, 상기 Thr1, Thr2는 기울어진 얼굴각도 임계값이다.

[0076] 또한 상기 분석모듈부재(3)는 도 3에 도시된 바와같이 본 발명의 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치의 전반적인 기능을 제어하는 제어모듈(11)과, 상기 제어모듈(11)의 기능제어하에 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)과 안검하수 진단을 위해 설정된 프로그램을 저장하는 메모리(12) 및 사용자의 명령신호를 입력시키는 키패널(13)을 더 포함하여 구성된다. 그리고 상기 분석모듈부재(3)는 상기 측정모듈부재(2)에 의해 촬상된 영상신호들을 외부로 표시하는 디스플레이(14)를 더 포함할 수 있다.

[0077] 상기 제어모듈(11)은 학습, 추리, 논증, 적응 등의 기능을 갖추고 있음은 물론이다.

[0078] 상기 분석모듈부재(3)는 서버, PC, 스마트폰 및 스마트패드 등 모두를 포함하여 구성할 수 있다.

[0079] 한편 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 RGB 카메라(6)가 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴 전체를 촬영한 이미지신호를 매 프레임마다 획득하여 사람의 얼굴면이 카메라에 수직일 경우의 데이터 만을 가지고 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정하도록 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치를 제어한다.

[0080] 이때 상기 복수의 IR 카메라(5A-B)는 측정모듈부재(2)의 중간 부분 수평선 상에 나란하게 배치되는 것이 바람직하다.

[0081] 여기서 도 3 및 도7에는 상기 IR 카메라(5A-B), RGB 카메라(6), 적외선 LED(7a-n), LED 컨트롤러(8), 판별 LED(9) 및 텡스카메라(10)가 순차적으로 배치된 것처럼 도시되어 있지만, 이는 각 구성요소들의 설명의 편의를 위한 것이고, 실제로는 LED 컨트롤러(8)는 측정모듈부재(2)의 내부 또는 외부에 설치되고, 나머지 구성요소들의 단부가 동일 평면(측정모듈부재의 외면) 상에 위치하도록 배치된다.

[0082] 여기서 상기 측정모듈부재(2)는 설명의 편의를 위해 인형 형태로 구현되어 있으나, 이에 국한되지는 않는다.

[0083] 여기서 상기 설정된 프로그램은 예컨대, 랜드마크(Landmark) 포인트 3D매핑 프로그램을 사용할 수 있다. 이때 상기 랜드마크는 RGB 카메라(6)를 통해 촬상된 얼굴이미지데이터가 표시되는 디스플레이(14)의 화면상에 일정규격의 박스형태로 구현되는 표식자 혹은 얼굴 기준박스와 같은 용어로도 사용될 수도 있다. 이들 용어들은 어느 것을 사용해도 동일한 기능을 수행한다.

[0084] 도 9는 본 발명의 안검하수 비전장치의 얼굴각도 추정시 적용되는 카메라의 화면에 표시되는 표식자 혹은 얼굴 기준박스의 일례를 나타내는 도면.

- [0085] 예컨대, 상기 얼굴각도 추정(Face Pose Estimation)에서는 도 9에 도시된 바와같이 3D공간상에서 구현되는 상기 RGB 카메라(6)의 화면상에 표시되는 표식자 혹은 얼굴 기준박스를 피팅한 얼굴 평면을 red box(적색 박스)로, 피팅한 얼굴 법선 벡터를 blue box(청색 박스)로, 상기 red box(적색 박스)와 평행이고 상기 blue 법선 벡터들이 지나는 평면을 green box(녹색 박스)로 설정할 수 있다.
- [0086] 이때 상기 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)가 측정모듈부재(2)의 거울부재(4)를 보고 자세를 교정하여 자신의 얼굴을 정면 중앙을 바라볼 경우 이 시점이 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 혹은 일정규격으로 RGB 카메라(6)의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 되는 시점이므로, 상기 제어모듈(11)은 판별 LED(9)를 통해 피검자(1)의 얼굴이 현재 정면임을 알리는 파란색으로 표시하게 하고, 그 나머지의 얼굴 각도는 얼굴이 기울어진 상태이므로 판별 LED(9)를 적색으로 표시하여 피검자(1)나 측정자(혹은 의사)에게 그 사실을 알게 한다.
- [0087] 다시 말해서, 상기 안검하수 진단을 위한 측정과정에서, 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 설정된 프로그램 예컨대, 랜드마크(Landmark) 포인트 3D매핑 프로그램을 활성화하여 촬상된 얼굴안면 화상신호를 반복적으로 연산하여 최종적으로 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 혹은 일정규격으로 RGB 카메라(6)의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 될 때까지 얼굴각도에 따른 변이정보를 색깔정보(정면얼굴은 청색, 그 외 얼굴각도는 모두 적색으로 표시)로 표시되게 하여 안검하수 진단을 위해 측정에 참여하는 피검자(1)로 하여금 측정모듈부재(2)의 전면에 설치된 거울부재(4)을 보고 반복적으로 자신의 얼굴자세를 교정하게 하는 기능을 수행한다.
- [0088] 또한 본 발명은 카메라(6)에 의해 촬영되는 매 프레임마다 데이터를 획득하여 사람의 얼굴면이 카메라(6)에 수직일 경우의 데이터만을 가지고 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정하도록 필터링하는 프로그램을 제어모듈(11)에 포함할 수 있다.
- [0089]
- [0090] 다음에는 상기와 같은 구성으로 된 본 발명 일실시예의 제어방법을 설명한다.
- [0091] 도 4는 본 발명 일실시예에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치의 제어방법을 설명하는 플로우차트 도면이다.
- [0092] 본 발명의 제어방법은 도 4에 도시된 바와같이, 제1 단계(S101)에서는, 분석모듈부재가 측정모듈부재에 설치된 적외선 LED를 통해 전면에 위치한 안검하수 진단을 위해 측정하는 피검자의 눈으로 적외선을 조사하고 IR 카메라에 의해 촬영된 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 눈 영상에서 동공을 검출한 후 그 검출된 동공에서 동공 중심을 검출한 다음 동공의 중심에서 수직으로 위쪽 또는 아래쪽 눈꺼풀의 위치를 검출한다.
- [0093] 그리고 제2 단계(S102)에서는, 상기 제1 단계(S101)단계중에 단말시스템부가 측정모듈부재의 RGB 카메라와 웹스카메라를 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴안면을 촬상하고 그 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 매 프레임마다 획득하여 상기 피검자의 얼굴안면이 RGB 카메라에 수직일 경우의 이미지데이터만을 유효한 것으로 판별하여 그 시점에서의 피검자의 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정한다.
- [0094] 그리고 제3 단계(S103)에서는, 상기 제2 단계(S102)중에 분석모듈부재가 카메라들에 의해 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 반복적으로 설정된 수학적식에 따라 연산한 다음 얼굴각도(얼굴 기울어짐)에 따른 변이정보를 측정모듈부재의 판별 LED상에 색깔을 달리하여 표시한다.
- [0095] 그리고 제4 단계(S104)에서는 상기 제3 단계(S103)중에 분석모듈부재가 연산에 따라 색깔을 달리하여 표시되는 판별 LED를 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 통해 자신의 얼굴의 기울어짐을 교정하게 한다.
- [0096] 또한 제5 단계(S105)에서는 상기 제4 단계(S104)중에 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 통해 자신의 얼굴의 기울어짐을 교정함에 따라 변이되는 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 (혹은 일정규격으로 RGB 카메라)의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 될 경우 (이때가 피검자의 얼굴이 가장 정면으로 바라본 상태임) 이를 측정모듈부재의 판별 LED에 색깔로 표시한 후 그 시점에서 촬상된 얼굴안면 데이터를 활용하여 설정된 프로그램에 따라 연산한 다음 안검하수 진단을 위한 MRD1를 최종 산출하는 과정을 포함하여 구성된다.
- [0097] 여기서 상기 제1 단계(S101)에서는 측정시작 동기화단계를 더 포함하는데, 이 측정시작 동기화단계는 안검하수

진단을 위해 측정에 참여한 피검자가 측정모듈부재의 전면에 설치된 거울부재를 보고 측정을 위해 자신의 얼굴을 정면을 바라본 상태에서 안검하수 진단을 위한 측정의 동기화를 위해 측정시작 동기화버튼을 누를경우 분석모듈부재의 제어모듈이 판별하여 이를 표시패널 혹은 디스플레이의 화면을 통해 외부로 표시하므로 측정자가 동기화되어 측정을 시작하도록 실행시킨다.

[0098] 즉, 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자(1)는 측정모듈부재(2)의 전면에 설치된 거울부재(4)를 보면서 측정을 위해 정면을 바라보는 자세를 잡은후 안검하수 진단을 위해 측정시 측정자 혹은 의사와 동기화를 이루기 위해 측정시작 동기화버튼(16)을 눌러 분석모듈부재(3)로 유,무선방식으로 신호를 전달함으로써, 이를 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)이 표시패널(15)을 통해 혹은 분석모듈부재(3)의 디스플레이(14)의 화면상에 표시해줌으로써, 측정자 혹은 의사 역시 측정을 위해 동기화되어 그 시점부터 안검하수 진단을 위한 측정을 실행한다.

[0099] 상기와 같이 피검자(혹은 환자)와 측정자(혹은 의사)가 안검하수 진단을 위한 측정과정에서 서로 동기화해야하는 이유는 안검하수진단을 위해서는 피검자(혹은 환자)가 측정을 위해 준비를 다하고 정면을 바라보고 있는데, 정작 측정자(혹은 의사)가 측정을 하지않고 다른 조작을 한다거나 아니면 측정자(혹은 의사)는 측정을 위해 준비를 다하고 있는데 피검자(혹은 환자)가 다른 동작을 취할 경우 정밀한 측정을 할 수 없어, 측정을 위해서는 반드시 이들이 동기화를 해야한다.

[0100] 따라서 상기와 같이 동기화 할 경우 서로 동기화되어 신속히 측정과정을 진행하기 때문에 동기화를 위해 불필요한 시간을 소비할 필요가 없고, 또한 안검하수 진단을 위한 측정에서는 정면 얼굴상태에서 반복적으로 30~40장 이상의 이미지사진을 측정하여야 하는데, 피검자(혹은 환자)가 동일한 자세를 계속 유지하기가 어려워 상기와 같은 동기화과정은 안검하수 진단을 위한 측정에서 반드시 필요하다.

[0101] 한편 상기 제2 단계(S102) 내지 제3 단계(S104)에는 촬상된 얼굴안면 데이터를 이용하여 연산하는 단계를 더 포함하여 수행한다.

[0102] 이때 상기 연산 단계에서는 도 5에 도시된 바와같이 먼저 분석모듈부재의 기능제어에 따라 측정모듈부재의 RGB 카메라와 뎀스카메라가 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴 및 거리정보를 측정하여 분석모듈부재로 전송하는 제201단계와, 상기 제201단계후에 설정된 프로그램 예컨대, 랜드마크(Landmark) 포인트 3D매핑 프로그램을 활성화한 다음 촬상하여 얻어진 얼굴이미지데이터에서 특정 얼굴안면부를 검출하고 그 부분에 랜드마크 혹은 얼굴 기준박스를 표시함과 더불어 뎀스카메라에 의해 얻어진 거리정보를 활용하여 얼굴평면 기울기 혹은 얼굴각도를 추정하는 제202단계와,

[0103] 상기 제202단계중에 분석모듈부재가 활성화된 랜드마크 포인트 3D매핑 프로그램을 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자가 거울부재와 판별LED에 의해 자신의 얼굴 기울어짐 자세를 교정함에 따라 변이되는 얼굴각도정보를 수학식 1에 의해 랜드마크 포인트 3D매핑을 실행하여 연산한 다음 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라(혹은 일정규격으로 RGB 카메라)의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 될 경우 이를 측정모듈부재의 판별 LED를 통해 표시시키는 제203단계를 더 포함하여 구성된다.

[0104] [수학식 1]

$$|\alpha| \leq Thr1 \text{ and } |\gamma| \leq Thr2,$$

프레임 (Frame) = 예 (정면얼굴)

프레임 (Frame) = 아니오 (기울어진 얼굴)

[0105]

[0106] 여기서 상기 α (그리스어 알파)는 얼굴평면 좌-우 기울기 각도이고, 상기 γ (그리스어 감마)는 상-하 기울기 각도이며, 상기 Thr1, Thr2는 기울어진 얼굴각도 임계값이다.

[0108] 또한 상기 제103단계에는 수학식 1에 의해 랜드마크 포인트 3D매핑을 한 결과값을 그람-슈미트 과정을 통해 처리하여 신뢰도를 추정한 다음 최종 산출된 얼굴안면 데이터로 활용하는 신뢰도추정단계를 더 포함한다.

[0109] 여기서 상기 신뢰도추정단계중의 그람-슈미트 과정은 0차원이 아닌 유한차원 내적 공간의 기저를 변형시켜 직교

기저로 바꾸는 과정을 그람-슈미트 과정 또는 그람-슈미트 직교화 과정(Gram-Schmidt orthogonalization process)이라고 한다.

[0110] 다시 말해서, 상기 그람-슈미트 과정은 직교기저의 벡터들을 각각 크기로 나누면 정규직교기저를 만들 수 있으므로, 0차원이 아닌 유한차원 내적 공간은 항상 정규직교기저를 갖는다(네이버지식백과 참조).

[0112] 한편 상기 제103단계의 랜드마크 포인트 3D매핑 단계에는 예컨대, 체스보드의 예를 통해 평면기울기를 추정하는 방법을 활용할 수 있다. 즉, 상기 가로세로의 크기를 알고 있는 체스보드의 코너점을 60개라고 가정할 경우 체스보드의 60개의 개개에 대한 코너점에 대한 x,y좌표, 깊이값(depth), 초점거리(focal Length)를 이용하여 3차원 공간으로 매핑을 할 수 있다.

[0113] 마찬가지로 본 발명의 방법 역시 도 6의 "A"에 도시된 바와같이 피검자(1)의 얼굴안면에 체스보드의 코너점들처럼, 예컨대 58개의 특징 포인트들(Fiducial points)과 같이 설정할 수 있고 도6의 "B"단계에서 상기과 같이 설정된 특징 포인트들(Fiducial points)에 대한 x,y좌표, 깊이값(depth), 초점거리(focal Length)를 이용하여 3차원 공간으로 매핑을 실행한다.

[0114] 그리고 상기 도 6의 "B"단계후에 "C"단계에서, 그 산출된 값들을 특이값 분해(SVD)를 이용하여 평면상에 피팅(fitting)을 실행한다. 또한 상기과 같이 "C"단계에 의해 평면 피팅이 이루어지면 도 6의 "D"단계로 진행하여 피팅된 평면에 대한 법선 벡터의 기울기를 계산한다.

[0115] 그리고 상기과 같이 법선 벡터의 기울기를 계산하는 과정에서 수학식 2와 같은 행렬식을 이용하여 3차원 평면의 법선 벡터 a,b,c값을 산출할 수 있다. 더 나아가 상기과 같이 법선 벡터의 기울기를 계산하는 과정에서 피팅된 평면으로부터 얻어진 3차원 평면의 법선 벡터 a,b,c값을 이용하여 수학식 3과 같이 평면의 좌우기울어짐 각도(알파- α)와 평면의 상하 기울어짐 각도(감마- γ)를 산출할 수 있다.

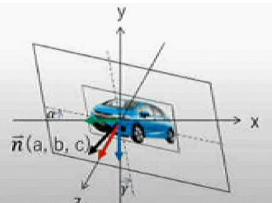
[0116] [수학식 2]

$$A = \begin{bmatrix} X1 & Y1 & Z1 \\ X2 & Y2 & Z2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X60 & Y60 & Z60 \end{bmatrix} = USV^T$$

V : 3x3 직교 matrix
 $(v1, v2)$: fitting한 평면 기저 벡터
 $v3$: 법선 vector = (a, b, c)

[0117]

[0118] [수학식 3]

$$\alpha = \text{atan}\left(\frac{c}{a}\right) \quad \gamma = \text{atan}\left(\frac{c}{b}\right)$$


[0119]

[0121] 따라서 본 발명에 적용된 수학식 1은 상기과 같은 평면의 좌우기울어짐 각도(알파- α)와 평면의 상하 기울어짐 각도(감마- γ)와 같은 평면 기울기 추정과정을 이용하여 산출되는 것이다.

[0123] 여기서 상기 수학식 1이 유도되는 과정을 다시한번 정리하면, 먼저 첫째 안검하수 진단을 위해 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴안면에 체스보드의 코너점들처럼, 예컨대 도 6의 "A"와 같이 58개의 얼굴 특징 포인트들

(Fiducial points)과 같이 설정할 수 있고 이와 같은 특징 포인트들(Fiducial points)에 대한 x,y좌표, 깊이값(depth), 초점거리(focal Length)를 이용하여 3차원 공간으로 매핑을 실행한다(수학식 4와 도표 1 참조).

[0124] 그리고 상기와 같이 코너점에 대한 x,y좌표, 깊이값(depth), 초점거리(focal Length) 데이터가 산출될 경우 그 산출된 값들을 특이값 분해(SVD)를 이용하여 평면상에 피팅(fitting)을 실행한다(수학식 2 참조).

[0125] 또한 상기와 같이 평면 피팅이 이루어지면 피팅된 평면에 대한 법선 벡터의 기울기를 계산한다. 그리고 상기와 같이 법선 벡터의 기울기를 계산하는 과정에서 행렬식을 이용하여 3차원 평면의 법선 벡터 a,b,c값을 산출할 수 있는데, 상기와 같이 피팅된 평면으로부터 얻어진 3차원 평면의 법선 벡터 a,b,c값을 이용하여 평면의 좌우기울어짐 각도(알파- α)와 평면의 상하 기울어짐 각도(감마- γ)를 산출할 수 있다(수학식 3 참조).

[0126] 그러므로 상기 제203 단계중에 적용된 수학식 1은 상기와 같은 평면의 좌우기울어짐 각도(알파- α)와 평면의 상하 기울어짐 각도(감마- γ)와 같은 평면 기울기 추정과정을 이용하여 산출되는 것이다.

[0127] 이때 상기 수학식 1을 본 발명의 RGB 카메라(6)와 텡스 카메라에 의해 촬영된 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴안면 이미지데이터에 적용할 경우 얼굴각도(혹은 얼굴의 기울어짐 정도)의 변이를 정확하게 검출하여 본발명의 바람직한 기준값인 Thr1 과 Thr2(기울어진 얼굴각도 임계값)의 범위내에 있는 지를 확인할 수 있다.

[0128] 예컨대, 상기 측정된 얼굴각도(혹은 얼굴의 기울어짐 정도)의 변이값이 상기 기준값인 Thr1 과 Thr2(기울어진 얼굴각도 임계값)의 범위내에 위치할 경우 실제 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴이 정면을 바라보고 있는 상태에 있는 것이므로 그 결과값은"예" 로 산출하게 되고 그에 따라 판별 LED(9)의 색깔은 청색(얼굴 정면)으로 표시된다.

[0129] 반면에 상기 기준값인 Thr1 과 Thr2(기울어진 얼굴각도 임계값)의 범위를 벗어날 경우 즉, 실제 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자의 얼굴이 정면이 아닌쪽으로 기울어져 있을 경우 판별 LED(9)의 색깔은 모두 적색으로 표시된다.

[0130] 이때 상기 Thr1 과 Thr2(기울어진 얼굴각도 임계값)는 사용자의 용도에 따라 특정값을 설정할 수 있으므로 본 명세서의 설명에서는 이 기준값들을 특별히 국한하지는 않는다.

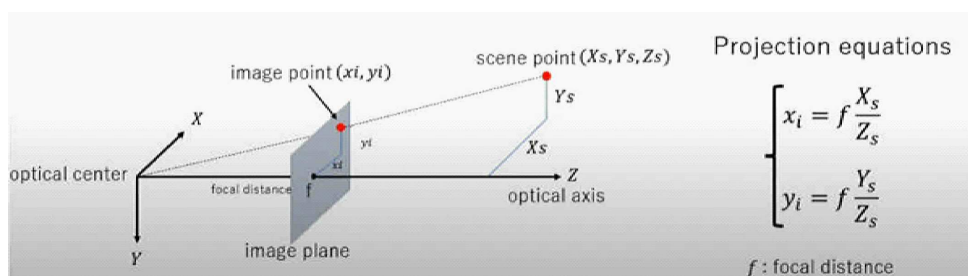
[0131] 여기서 상기 특이값 분해(Singular Value Decomposition, SVD)는 임의의 mXn차원의 행렬 A에 대하여 행렬을 분해할 수 있다는 '행렬 분해(decomposition)' 방법 중 하나이다(네이버 지식백과참조).

[0132] [수학식 4]

$$\begin{array}{l} x_i : \text{이미지 } x\text{좌표} \\ y_i : \text{이미지 } y\text{좌표} \\ X_s : \text{3차원 } x\text{좌표} \\ Y_s : \text{3차원 } y\text{좌표} \\ Z_s : \text{3차원 } z\text{좌표} \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} X_s = \frac{(x_i * Z_s)}{f_x} \\ Y_s = \frac{(y_i * Z_s)}{f_y} \\ Z_s = Z_s \end{array} \right.$$

[0133]

[0135] [도표 1]



[0136]

- [0138] 여기서 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법이 도출되기까지의 과정에서 발생된 상기 MRD1 측정과정의 퍼스펙티브 에러(Perspective Error) 처리만을 좀 더 정리하여 설명하면 다음과 같다.
- [0139] 종래의 안검하수 진단을 하는 과정에서 사용되는 카메라 이미지 센서를 이용하여 물체의 치수를 측정할 경우에는 반드시 고려해야하는 것이 물체와 렌즈(LENS) 그리고 센서간의 기하학적 위치에 의한 퍼스펙티브 에러 문제점을 해결하여야 한다.
- [0140] 도 10은 이미지 센서(sensor)로 물체(object)를 측정할 때 물체(object)와 렌즈(lens)간의 기하학적 위치에 따라서 발생하는 퍼스펙티브 에러에 대한 개념도를 설명하는 도면이다.
- [0141] 즉, 도 10을 참조하면, 상기 퍼스펙티브 에러로 인해 실제 의사가 환자의 MRD1을 측정할 때 환자 얼굴의 기울기에 따라서 측정되는 값들에 오차가 발생하게 된다. 이와 같이 영상데이터에서도 마찬가지로 환자의 얼굴 각도에 따라 측정되는 값이 크게 달라질 수 있다. 그렇기 때문에 촬영하는 카메라의 렌즈와 사람의 얼굴이 최대한 수직 평행하도록 고정되어야 퍼스펙티브 에러가 발생하지 않는다.
- [0142] 실제 MRD1을 측정할 때에는 도 2에 도시된 바와같이 카메라는 고정 상태에 있지만 얼굴 고정대(73)에 환자의 얼굴을 거치하더라도 제대로 고정되지 않고 흔들릴 수 있기때문에 궁극적으로는 얼굴 고정대(73) 없이 MRD1을 자유롭게 측정할 수 있는 진단장치 혹은 그 진단장치의 제어방법이 필요하다.
- [0143] 따라서 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법은 상기와 같은 퍼스펙티브 에러의 문제점을 개선하기위해 발명된 것이다.
- [0144] 그러므로 상기와 같은 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치 및 그 제어방법은 퍼스펙티브 에러를 개선하기위해 MRD1을 상술한 센서들을 이용하여 정밀하게 수치를 측정하기위해서 피검자의 눈과 함께 기준 표식자(reference object)를 함께 촬영한다. 그리고 상기 기준 표식자의 기능은 환자와 센서간의 거리별로 달라지는 화소별 기준 측정값 (mm/pixel) 뿐만 아니라 기준 표식자를 이용하여 촬영되는 각 장면별(frame) 퍼스펙티브 에러가 있는 장면인지 그렇지 않은 장면인지를 판별하는 기준으로도 사용된다.
- [0145] 이때, 상기 각 장면별(frame) 퍼스펙티브 에러가 있는 장면인지 그렇지 않은 장면인지를 판별하는 기준값으로 하기의 수학적 식 5와 같은 원형도(circularity)를 측정하여 원형도가 임의의 기준을 벗어나는 장면에 대해서는 MRD1 측정값으로 활용하지 않고, 적절한 원형도를 가지는 장면(frame)에 대해서만 MRD1에 대한 유효한 측정값으로 활용하는 필터링 기법을 활용하였다.
- [0146] [수학식 5]
- $$CM(Circularity Measure) = \frac{4\pi(Area)}{(perimeter)^2}$$
- [0147]
- [0148] 여기서 도 11은 기준 표식자별로 실제 카메라와 기준 표식자가 있는 평면과의 기하학적 각도를 다양하게 변경하면서 원형도를 측정하고, 측정된 원형도에서의 실제 평면위의 기준 물체의 치수를 측정하는 개념도를 보여주고 있다.
- [0149] 그리고 도 12는 실제 기울어진 각도별 실제 이미지 센서에 촬영되는 기준 표식자 영상과 원형도 값을 보여주고 있다.
- [0150] 여기서 상기 환자의 얼굴이 카메라의 렌즈와 수직 평행하게 되었다라고 판단하는 측정 기준은 영상 내에서의 표식자로부터 원형도를 측정함으로써 판단할 수 있다. 즉 필터링에 대한 알고리즘은 도 13의 플로우 차트에 의해 구현된다.
- [0151] 그러므로 본 발명에 따른 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치는 상기와 같은 퍼스펙티브 에러를 보정하는 필터링 알고리즘을 활용한다.
- [0153] 환언하면, 본 발명의 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치는 도 3에 도시된 바와같이 측정모듈부재(2)를 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)와 일정 이격을 두고 설치한다. 그리고 상기 측정모듈부재(2)와 연동하는 분석모듈부재(3)를 상기 측정모듈부재(2)의 주변 적절한 곳에 셋팅한 다음 키패널(13)을

통해 조작하여 시스템을 구동시킨다.

- [0154] 이때, 상기와 같이 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자(혹은 환자:1)가 측정모듈부재(2)의 전면에 설치된 거울부재(4)를 보고 측정을 위해 자신의 얼굴을 정면을 바라본 상태에서 안검하수 진단을 위한 측정의 동기화를 위해 측정시작 동기화버튼(16)을 누를경우 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)이 판별하여 이를 표시패널(15)을 통해 외부로 표시하므로 측정자 혹은 의사가 동기화되어 측정을 시작하도록 실행시킨다.
- [0155] 즉, 안검하수 진단을 위해 측정에 참여한 피검자(1)는 측정모듈부재(2)의 전면에 설치된 거울부재(4)를 보면서 측정을 위해 정면을 바라보는 자세를 잡은후 안검하수 진단을 위해 측정시 측정자 혹은 의사와 동기화를 이루기 위해 측정시작 동기화버튼(16)을 눌러 분석모듈부재(3)로 유,무선방식으로 신호를 전달함으로써, 이를 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)이 표시패널(15)을 통해 혹은 분석모듈부재(3)의 디스플레이(14)의 화면상에 표시해줌으로써, 측정자 혹은 의사 역시 측정을 위해 동기화되어 그 시점부터 안검하수 진단을 위한 측정을 실행한다.
- [0156] 상기와 같이 피검자(혹은 환자)와 측정자(혹은 의사)가 안검하수 진단을 위한 측정과정에서 서로 동기화해야 하는 이유는 안검하수 진단을 위해서는 피검자(혹은 환자)가 측정을 위해 준비를 다하고 정면을 바라보고 있는데, 정작 측정자(혹은 의사)가 측정을 하지않고 다른 조작을 한다거나 아니면 측정자(혹은 의사)는 측정을 위해 준비를 다하고 있는데 피검자(혹은 환자)가 다른 동작을 취할 경우 정밀한 측정을 할 수 없어, 측정을 위해서는 반드시 이들이 동기화를 해야한다.
- [0157] 따라서 상기와 같이 동기화 할 경우 서로 동기화되어 신속히 측정과정을 진행하기 때문에 동기화를 위해 불필요한 시간을 소비할 필요가 없고, 또한 안검하수 진단을 위한 측정에서는 정면 얼굴상태에서 반복적으로 30~40장 이상의 이미지사진을 측정하여야 하는데, 피검자(혹은 환자)가 동일한 자세를 계속 유지하기가 어려워 상기와 같은 동기화과정은 안검하수 진단을 위한 측정에서 반드시 필요하다.
- [0158] 한편, 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 메모리(12)에 저장된 설정된 프로그램을 활성화하고 측정모듈부재(2)의 LED 컨트롤러(8)를 통해 복수의 적외선 LED(7a-n)를 동작시켜 적외선이 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 눈으로 조사시킨다.
- [0159] 또한 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)의 제어모듈(11)은 측정모듈부재(2)에 구비된 IR 카메라(5A-B), RGB 카메라(6), 판별 LED(9) 및 텡스카메라(10)를 모두 동작시킨다.
- [0160] 그리고 상기 과정에서 측정모듈부재(2)의 IR 카메라(5A-B)는 조사된 적외선 LED(7a-n)의 적외선을 이용하여 전면에 위치한 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 눈 영상을 촬영하여 분석모듈부재(3)로 전송하고 이를 상기 제어모듈(11)이 메모리(12)에 저장시킨다. 또한 상기 제어모듈(11)은 메모리(12)에 저장된 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 눈이미지 데이터로부터 동공을 검출한 후 그 검출된 동공에서 동공 중심을 검출한 다음 동공의 중심에서 수직으로 위쪽 또는 아래쪽 눈꺼풀의 위치를 검출한다.
- [0161] 한편 상기 과정과 동시에 상기 제어모듈(11)은 측정모듈부재(2)의 RGB 카메라(6)와 텡스카메라(10)를 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴안면을 촬상하고 그 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 매 프레임마다 획득하여 메모리(12)에 저장시킨다.
- [0162] 그리고 상기 제어모듈(11)은 상기 측정모듈부재(2)의 RGB 카메라(6)와 텡스카메라(10)에 의해 촬상되는 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴안면 데이터가 RGB 카메라(6)의 화면상에 표시되는 기준박스(도시안됨)에 수직일 경우의 이미지데이터 만을 가지도록 동공 중심과 눈꺼풀 경계까지의 거리(Marginal Reflex Distance : MRD)를 측정한다.
- [0163] 또한 상기 제어모듈(11)은 상기 카메라들(6,10)에 의해 촬상된 얼굴안면 이미지데이터를 반복적으로 설정된 수학적식에 따라 연산한 다음 얼굴각도(얼굴 기울어짐)에 따른 변이정보를 측정모듈부재(2)의 중앙부에 위치한 판별 LED(9)상에 청색 혹은 적색으로 색깔을 달리하여 표시한다.
- [0164] 그리고 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 상기와 같이 설정된 연산에 따라 측정모듈부재(2)의 판별 LED(9)가 청색(얼굴정면상태) 혹은 적색(얼굴이 기울어진 상태)으로 표시된 것을 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)가 보고 자신의 얼굴자세를 확인한 다음 즉시 측정모듈부재(2)의 전면에 설치된 거울부재(4)를 보면서 자신의 얼굴 기울어짐을 보정한다.
- [0165] 그러면 상기와 같이 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)가 판별 LED(9)의 색깔을 보고 자신의 얼굴자세를 확인한 후 자신의 얼굴 기울어짐을 보정함에 따라 이와 연동하는 측정모듈부재(2)의 IR 카메라(5A-

B)와 뎀스카메라(10)의 촬상되는 얼굴안면 데이터 역시 변이되어 검출되게 된다.

- [0166] 이때 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)이 상기 촬상된 얼굴안면 이미지 데이터를 분석한 결과 상기 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 혹은 일정 규격으로 RGB 카메라(6)의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스(도시 안됨)와 수직이 될 경우 이를 측정모듈부재(2)의 판별 LED(9)에 청색(정면얼굴)으로 표시하여 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)가 현 자세를 유지하게 한 다음 그 시점에서 촬상된 얼굴안면 데이터를 활용하여 설정된 프로그램에 따라 연산한 다음 MRD1를 최종 산출하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0167] 사실 MRD1을 정밀하게 측정해야 하는 이유는 예컨대 의학적으로 사용되기때문인데, 그러한 과정 중 안검하수의 MRD1 비전 검사와 같은 측정시, 환자의 얼굴의 각도가 측정할 때마다 틀어질 수 있고, 그에 따라, 좀 더 정확한 MRD1을 검출하기 위해서는 카메라와 사람의 얼굴 위치를 잘 고정시키는 것이 중요한데, 실제 측정 상황에서는 카메라를 고정하였더라도 사람의 얼굴이 움직이지 않고 고정되는 것은 쉽지 않다. 그런데 본원발명의 시스템은 이러한 근본 문제점을 어느 정도 해소할 수가 있다.
- [0169] 한편 본 발명의 안면거울과 얼굴각도 추정에 의한 안검하수 비전장치에 적용되는 촬상된 얼굴안면 데이터를 이용하여 연산하는 과정을 좀 더 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0170] 즉, 상기 연산 과정에서는 도 5에 도시된 바와같이 먼저 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)이 측정모듈부재(2)의 RGB카메라(6)와 뎀스카메라(10)가 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴 및 거리정보를 측정하게 한 후 이들이 촬상한 얼굴이미지 데이터를 전송 받아 메모리(12)에 저장시킨다.
- [0171] 그리고 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 설정된 프로그램 예컨대, 랜드마크(Landmark) 포인트 3D매핑 프로그램을 활성화한 다음 상기 측정모듈부재(2)의 RGB카메라(6)와 뎀스카메라(10)에 의해 촬상하여 신호처리 한 얼굴이미지 데이터에서 특정 얼굴안면부를 검출한다.
- [0172] 또한 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 상기와 같이 검출한 특정 얼굴안면부에 랜드마크 예컨대, 일정규격으로 RGB 카메라(6)의 화면상에 표시되는 얼굴 기준박스(도시안됨)를 표시함과 더불어 뎀스카메라(10)에 의해 얻어진 거리정보를 활용하여 얼굴평면 기울기 혹은 얼굴각도를 추정하는 작업을 수행한다.
- [0173] 이때 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 활성화된 랜드마크(Landmark) 포인트 3D매핑 프로그램을 통해 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)가 거울부재(4)와 판별 LED(9)에 의해 자신의 얼굴 기울어짐 자세를 보정함에 따라 시시각각 변이되는 거리정보를 수학식 1에 의해 랜드마크 포인트 3D매핑을 하여 연산한 다음 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 혹은일정규격으로 RGB 카메라(6)의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 될 경우 이를 측정모듈부재(2)의 판별 LED(9)에 청색(정면 얼굴)으로 나타냄으로써, 현재 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검자(1)의 얼굴안면이 정면에 있음을 표시한다.
- [0174] 여기서 상기 랜드마크 포인트 3D매핑 과정만을 도 6을 참조로 더 살펴보면, 예컨대, 체스보드의 예를 통해 평면 기울기를 추정하는 방법을 활용할 수 있다. 즉, 상기 도 6의 "A"단계에서 가로세로의 크기를 알고 있는 체스보드의 코너점이 60개라고 가정할 경우 체스보드의 60개의 개개에 대한 코너점에 대한 x,y좌표, 깊이값(depth), 초점거리(focal Length)를 이용하여 3차원 공간으로 매핑을 할 수 있다.
- [0175] 마찬가지로 본 발명의 방법 역시 도 6의 "A"에 도시된 바와같이 피검자(1)의 얼굴안면에 체스보드의 코너점들처럼, 예컨대 58개의 특징 포인트들(Fiducial points)과 같이 설정할 수 있고 도6의 "B"단계에서 상기와 같이 설정된 특징 포인트들(Fiducial points)에 대한 x,y좌표, 깊이값(depth), 초점거리(focal Length)를 이용하여 3차원 공간으로 매핑을 실행한다.
- [0176] 그리고 상기 도 6의 "B"단계후에 "C"단계에서, 그 산출된 값들을 특이값 분해(SVD)를 이용하여 평면상에 피팅(fitting)을 실행한다.
- [0177] 또한 상기와 같이 "C"단계에 의해 평면 피팅이 이루어지면 도 6의 "D"단계로 진행하여 피팅된 평면에 대한 법선 벡터의 기울기를 계산한다.
- [0178] 그리고 상기와 같이 법선 벡터의 기울기를 계산하는 과정에서 수학식 2와 같은 행렬식을 이용하여 3차원 평면의 법선 벡터 a,b,c값을 산출할 수 있다.
- [0179] 더 나아가 상기와 같이 법선 벡터의 기울기를 계산하는 과정에서 피팅된 평면으로부터 얻어진 3차원 평면의 법

선 벡터 a, b, c 값을 이용하여 수학적 식 3과 같이 평면의 좌우기울어짐 각도(알파- α)와 평면의 상하 기울어짐 각도(감마- γ)를 산출할 수 있다.

[0180] 따라서 상기 분석모듈부재(3)의 제어모듈(11)은 상기와 같은 과정의 연산을 통해 얻어진 수학적 식 1 을 연산하여 현재 촬상된 얼굴안면 이미지 데이터에서 평면의 좌우기울어짐 각도(알파- α)와 평면의 상하 기울어짐 각도(감마- γ)와 같은 평면 기울기 추정을 수행함으로써, 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라 혹은일 정규격으로 RGB 카메라(6)의 화면에 표시되는 얼굴 기준박스와 수직이 되는 경우를 체크하므로 이를 측정모듈 부재(2)의 판별 LED(9)에 청색(정면 얼굴)으로 나타냄으로써, 현재 안검하수 진단을 위한 측정에 참여하는 피검 자(1)의 얼굴안면이 정면에 있음을 표시한다.

[0181] 이렇게함으로써, 실제 측정 상황에서 사람의 얼굴이 혹은 얼굴각도가 계속 미세하게 움직이더라도 이를 상기와 같은 본원발명의 제어방법을 통해 보정함으로써, 정확한 MRD1 측정을 행할 수 있다.

[0183] 이상과 같이 본 발명에 의하면, 안검하수 진단을 위해 촬상된 얼굴안면 화상신호를 반복적으로 연산하여 최종적 으로 얼굴안면각도가 3D 공간에 피칭되는 얼굴 평면 카메라와 수직이 될 때까지 얼굴각도에 따른 변이정보를 색 깔정보로 표시되게 하여 안검하수 진단을 위한 피검자가 거울부재를 보고 반복적으로 자신의 얼굴자세를 교정함 으로써, 얼굴의 기울어짐 오류를 최대로 보정하여 안검하수 진단을 위한 측정데이터를 정밀하게 산출하므로 그 에 따라 안검하수 진단의 정밀성을 상당히 향상시킬 수 있다.

[0184] 또한 상기와 같은 본 발명은 안검하수의 진단을 위해 피검자에게 복잡한 장비를 착용시키지 않고도 촬상된 얼굴 안면 화상신호를 다단계로 연산 처리함으로써, 사람의 얼굴형상이나 상태에 관계없이 피검자의 얼굴의 기울어짐 오류를 즉시 교정하여 정확한 MRD1 값을 측정한 다음 정밀한 안검하수 진단에 적극적으로 활용할 수 있으므로 그 에 따라 안검하수 진단의 편의성을 극대화시킬 수 있다.

[0186] 이상, 일부 예를 들어서 본 발명의 바람직한 여러 가지 실시 예에 대해서 설명하였지만, 본 "발명을 실시하기 위한 구체적인 내용" 항목에 기재된 여러 가지 다양한 실시 예에 관한 설명은 예시적인 것에 불과한 것이며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이상의 설명으로부터 본 발명을 다양하게 변형하여 실 시하거나 본 발명과 균등한 실시를 행할 수 있다는 점을 잘 이해하고 있을 것이다.

[0187] 또한, 본 발명은 다른 다양한 형태로 구현될 수 있기 때문에 본 발명은 상술한 설명에 의해서 한정되는 것이 아 니며, 이상의 설명은 본 발명의 개시 내용이 완전해지도록 하기 위한 것으로 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것일 뿐이며, 본 발명은 청구범 위의 각 청구항에 의해서 정의될 뿐임을 알아야 한다.

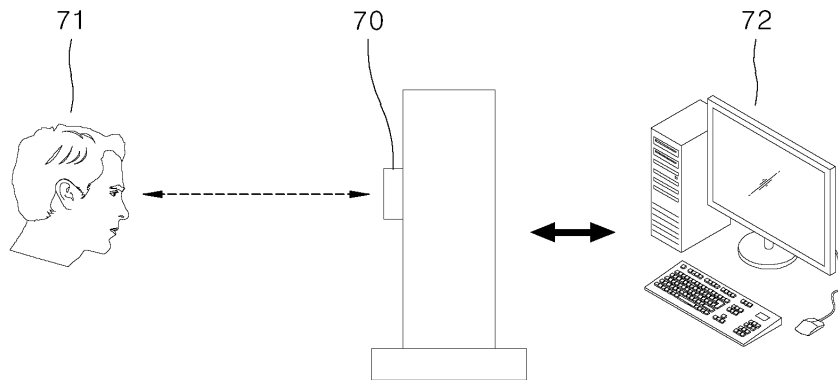
부호의 설명

- [0188]
- 1 : 피검자(혹은 환자)
 - 2 : 측정모듈부재
 - 3 : 분석모듈부재
 - 4 : 거울부재
 - 5a-b : IR 카메라
 - 6 : RGB 카메라
 - 7 : 적외선 LED
 - 8 : LED 컨트롤러
 - 9 : 판별 LED
 - 10: 웹스카메라
 - 11: 제어모듈

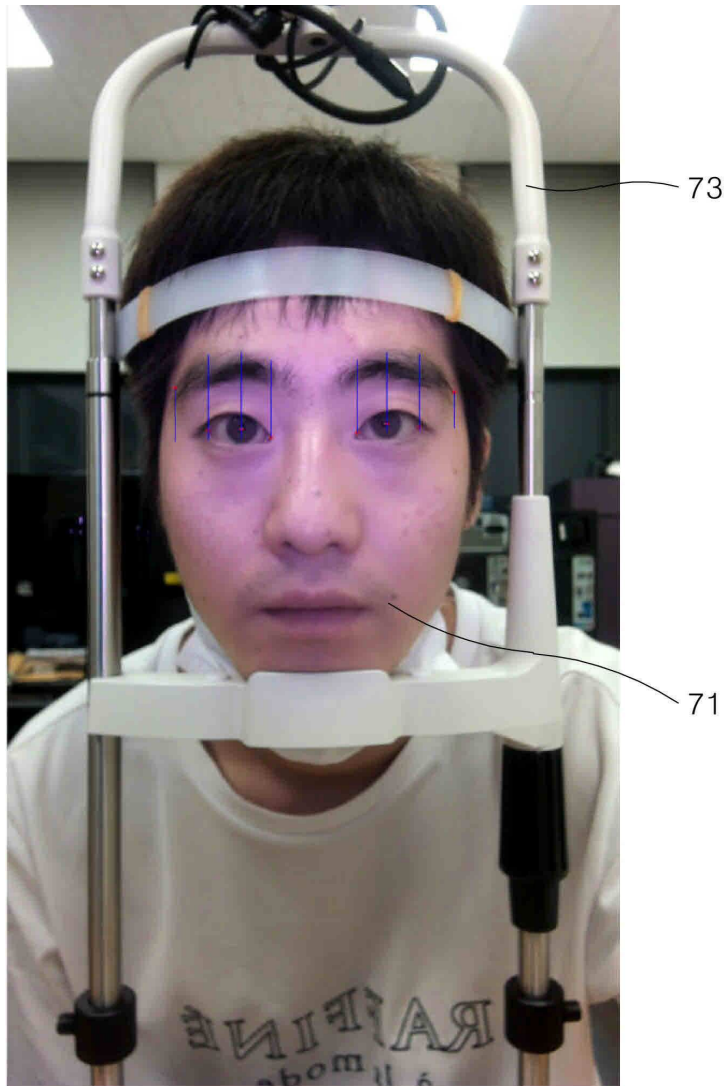
- 12: 메모리
- 13: 키패널
- 14: 디스플레이
- 15: 표시패널
- 16: 측정시작 동기화버튼

도면

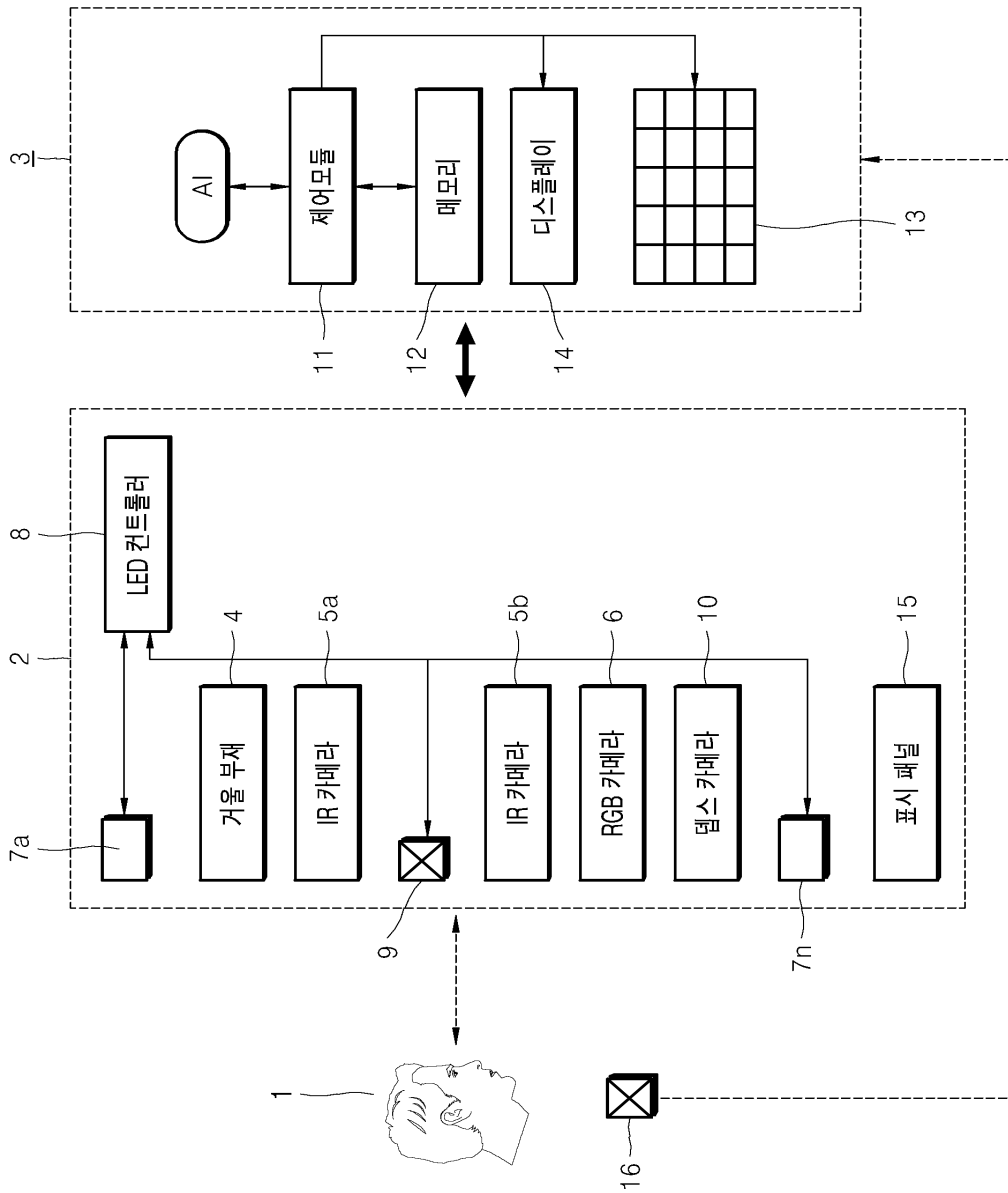
도면1



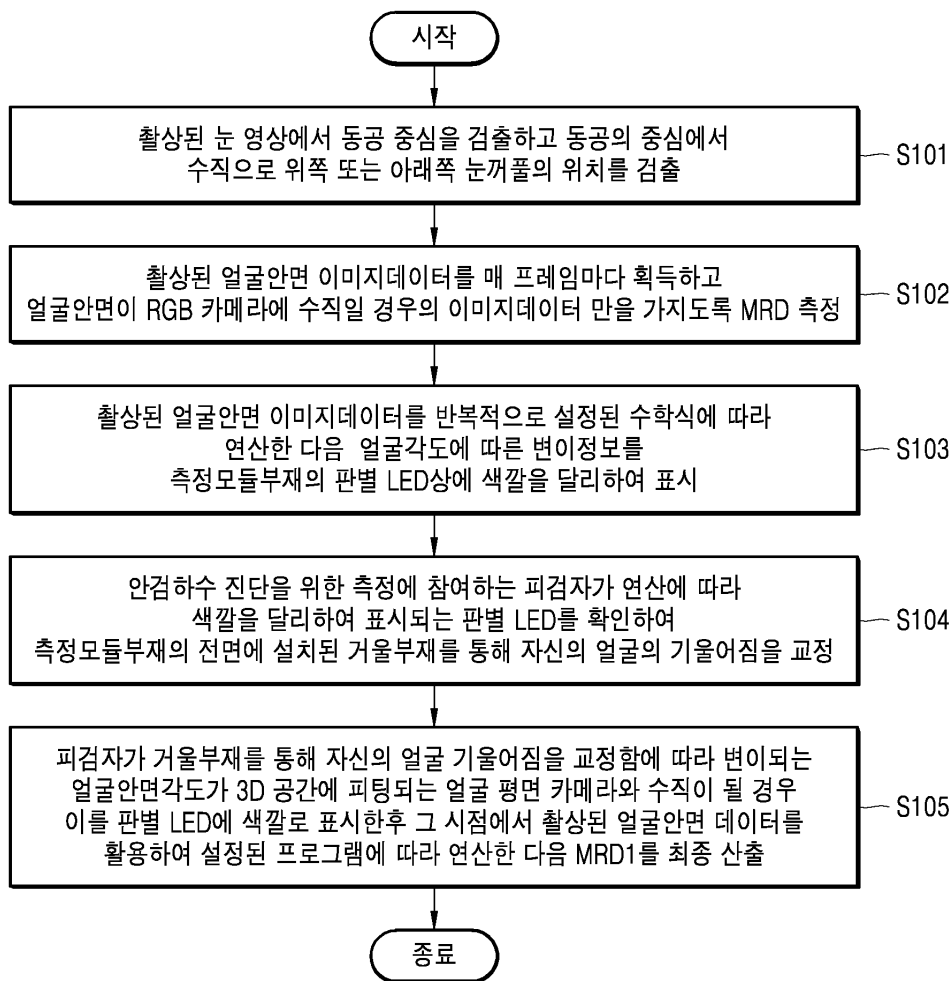
도면2



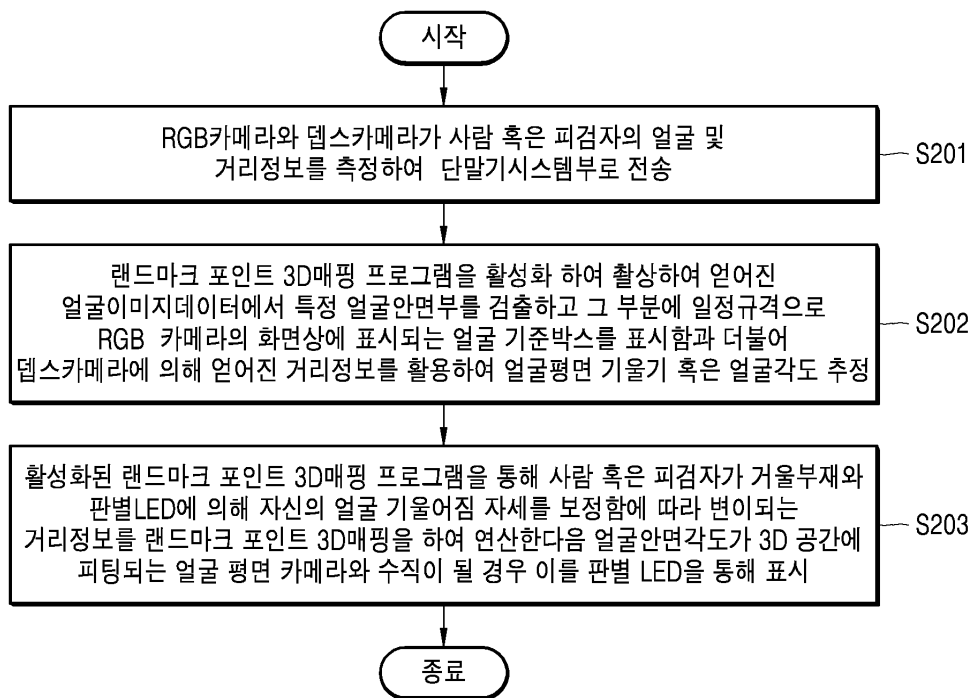
도면3



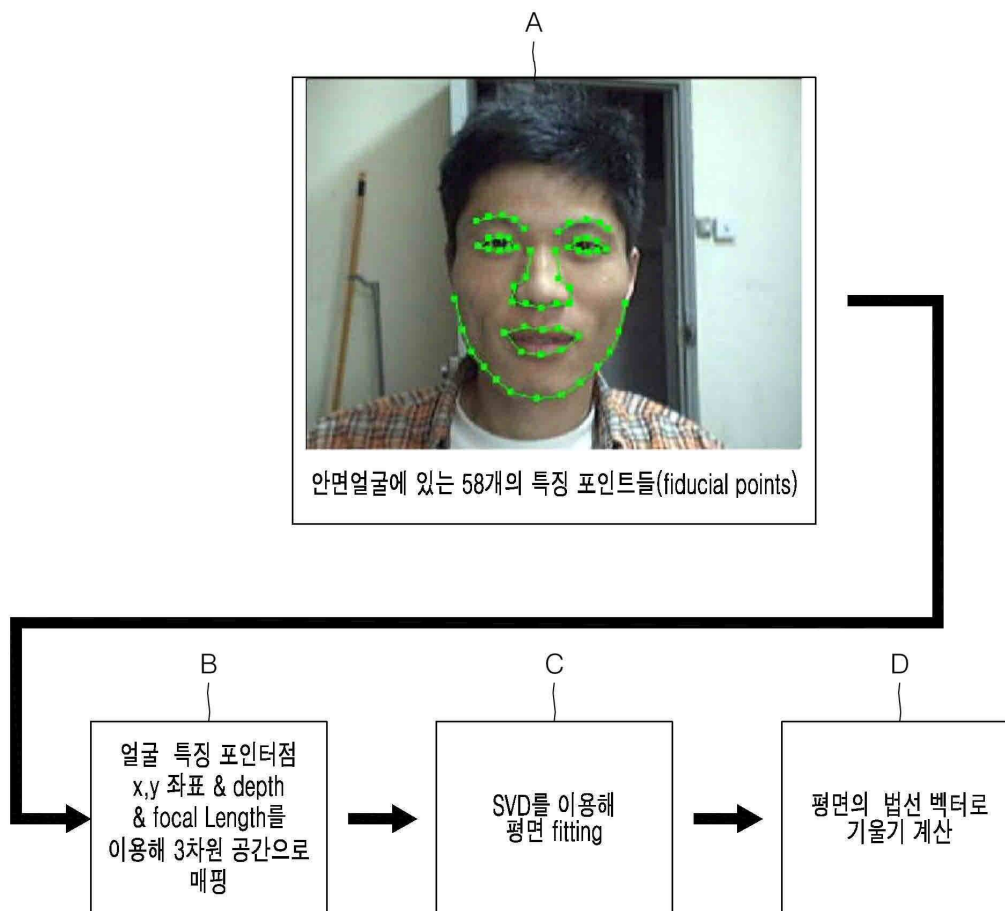
도면4



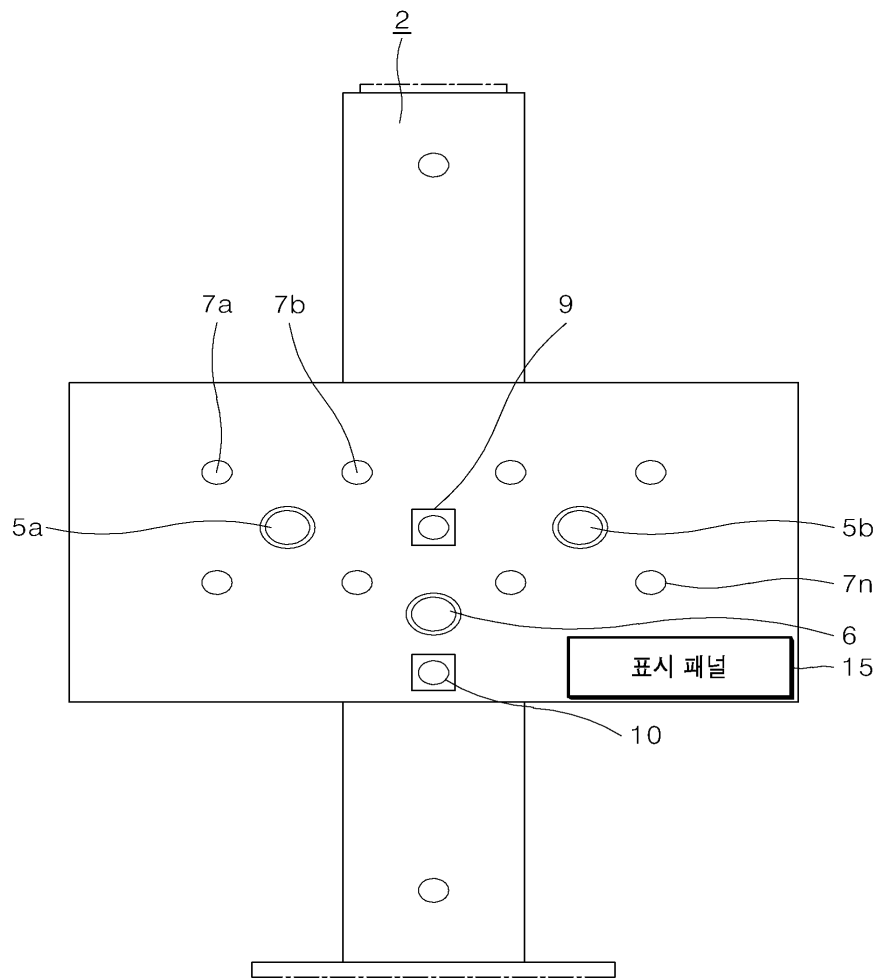
도면5



도면6



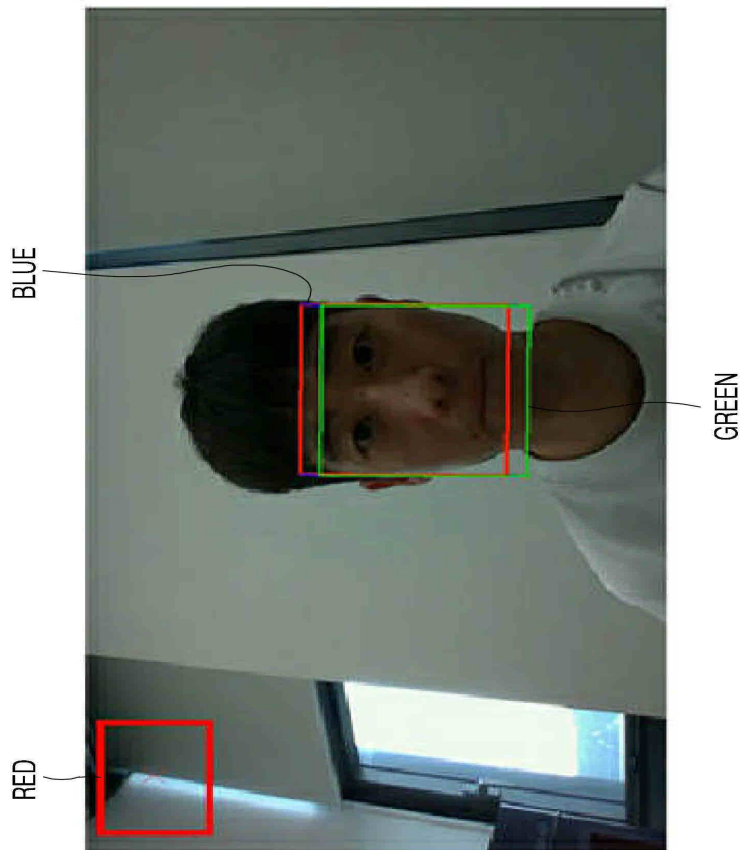
도면7



도면8

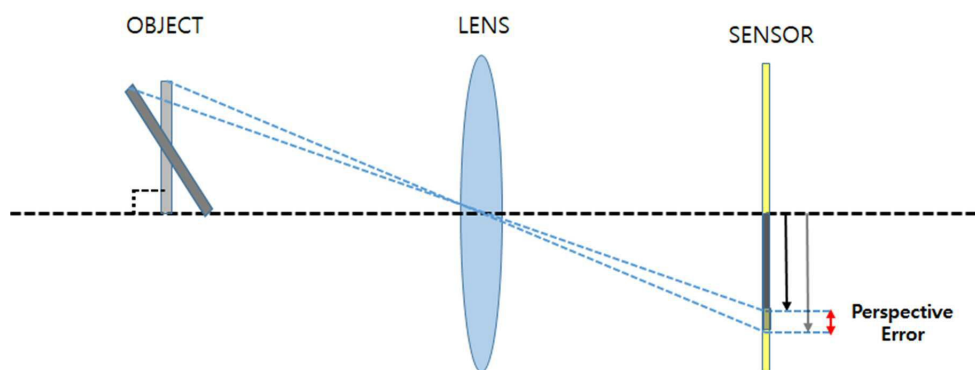


도면9

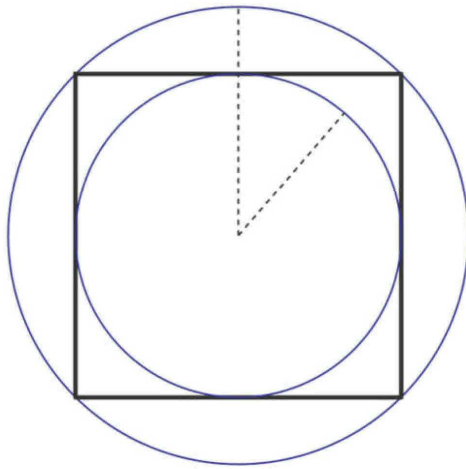


3D 공간 내에서
RED box
 : 피팅한 얼굴 평면
Blue box
 : 피팅한 얼굴 법선 벡터
Green box
 : RED box와 평행이고
 Blue 벡터를 지나는 평면

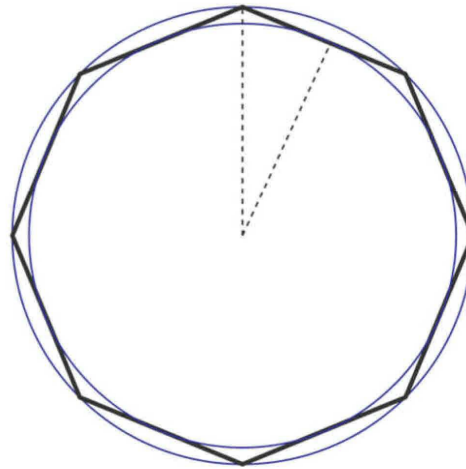
도면10



도면11

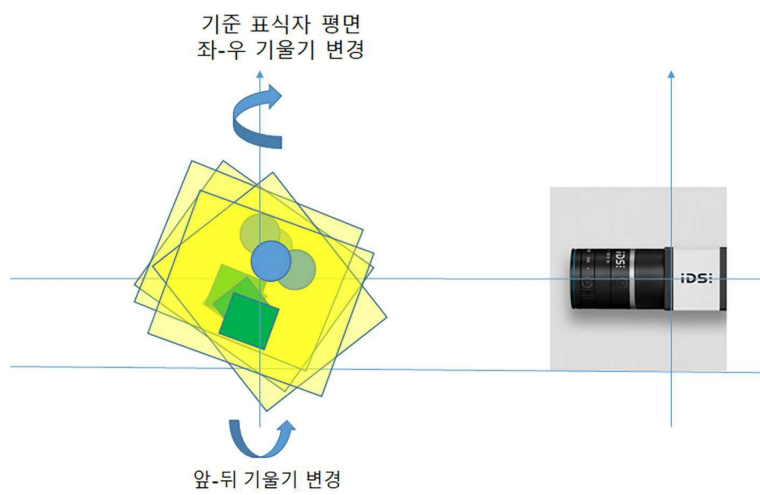


(a) 정사각형 원형도 = 0.7



(b) 정팔각형 원형도 = 0.92

도면12



도면13

