



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0035367
(43) 공개일자 2021년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) A61B 3/113 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01) A61B 5/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4023 (2013.01)
A61B 3/113 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0116774
(22) 출원일자 2019년09월23일
심사청구일자 2019년09월23일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
나윤찬
서울특별시 서초구 반포대로 275 101동 1402호
(반포동, 래미안퍼스티지아파트)
(74) 대리인
특허법인 다해

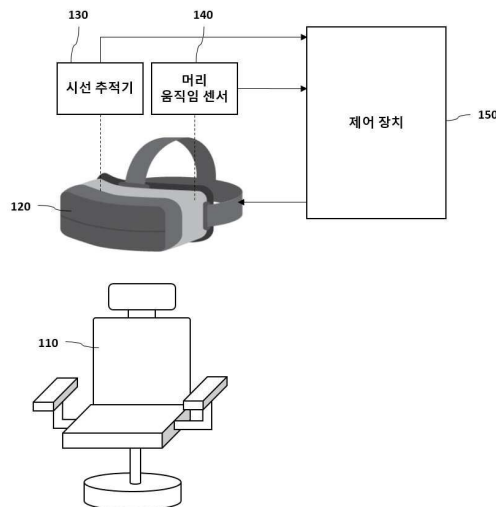
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치

(57) 요약

본 발명은 가상현실 및 다중 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치에 관한 것으로, 이는 피검사자의 착석 및 회전을 지원하는 회전 의자; 피검사자의 머리에 착용되어, 피검사자 눈 전체를 감싸는 머리 착용형 디스플레이 장치; 피검사자의 안구 회전을 센싱하는 시선추적기(eye tracker); 피검사자의 머리 회전을 센싱하는 머리 움직임 센서(IMU sensor); 및 암시야 제공을 위한 검사 화면을 생성하여 상기 머리 착용형 디스플레이 장치를 통해 재생한 후, 상기 시선추적기와 상기 머리 움직임 센서의 센싱 결과로부터 머리 회전 대비 안구 회전 비율을 산출 및 정량화하여 VOR(Vestibulo-Ocular Reflex) 이득과 비대칭 비율 중 적어도 하나를 산출 및 제공하는 제어 장치를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

A61B 5/1116 (2013.01)

A61B 5/163 (2020.05)

A61B 5/4863 (2013.01)

A61B 5/6803 (2013.01)

A61B 5/6821 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

피검사자의 착석 및 회전을 지원하는 회전 의자;

피검사자의 머리에 착용되어, 피검사자 눈 전체를 감싸는 머리 착용형 디스플레이 장치;

피검사자의 안구 회전을 센싱하는 시선추적기(eye tracker);

피검사자의 머리 회전을 센싱하는 머리 움직임 센서(IMU sensor); 및

암시야 제공을 위한 검사 화면을 생성하여 상기 머리 착용형 디스플레이 장치를 통해 재생한 후, 상기 시선추적기와 상기 머리 움직임 센서의 센싱 결과로부터 머리 회전 대비 안구 회전 비율을 산출 및 정량화하여 VOR(Vestibulo-Ocular Reflex) 이득과 비대칭 비율 중 적어도 하나를 산출 및 제공하는 제어 장치를 포함하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는

상기 제어 장치는 기 설정된 머리 회전과 안구 회전을 유도하는 검사 화면을 생성 및 재생한 후, 상기 시선추적기와 상기 머리 움직임 센서의 센싱 결과로부터 머리 회전 대비 안구 회전 비율을 산출 및 정량화하여 VOR(Vestibulo-Ocular Reflex) 이득과 비대칭 비율 중 적어도 하나를 산출 및 제공하는 기능을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는

기 설정된 머리 회전과 안구 회전을 유도하는 검사 화면을 구성 및 제공하되, 머리 회전 대비 안구 회전 비율, 머리와 안구의 회전 각도와 속도를 다단 조정할 수 있는 것을 특징으로 하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는

머리 회전 각도 대비 안구 회전 각도로부터 회전 각도 기반 이득을 산출하고, 최대 머리 회전 각속도 대비 최대 안구 회전 각속도로부터 최대 회전 각속도 기반 이득을 산출하고, 최대 머리 회전 각가속도 대비 최대 안구 회전 각가속도로부터 최대 회전 각가속도 기반 이득을 산출한 후, 상기 회전 각도 기반 이득, 상기 최대 회전 각속도 기반 이득, 상기 최대 회전 각가속도 기반 이득 중 적어도 하나를 상기 전정-안반사 이득으로 선택 및 제공하는 것을 특징으로 하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는

$$\frac{\text{우측 회전 정도} - \text{좌측 회전 정도}}{\text{우측 회전 정도} + \text{좌측 회전 정도}} \times 100$$

"의 식에 따라 상기 비대칭 비율을 산출하며, 상기 회전 정도는 회전 각도, 회전 각속도, 회전 각가속도 중 어느 하나 인 것을 특징으로 하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는

머리 회전이 기 설정된 목표 주파수 내에 들어오지 못하면, 머리 회전의 재시도를 요구한 후 전정-안반사 기능 평가 동작을 다시 한번 더 수행하는 것을 특징으로 하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 회전 의자는

상기 제어 장치의 제어하에 자동 회전되거나, 피검사자 또는 검사자에 의해 수기 회전되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전정-안반사 기능 평가 장치에 관한 것으로, 최소한의 장비를 통해 휴대성을 확보함과 동시에 측정 방식을 간소화 하고 검사의 효율성 및 정확성을 극대화시킬 수 있도록 하는 가상현실 및 생체신호센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 양측 내이(內耳)에 위치하는 측반고리관(lateral semicircular canal)은 전정 기관 중 인체 균형 유지에 가장 중요하며, 손상 시 심한 어지럼증을 유발한다.

[0003] 측반고리관의 기능을 측정하는 검사로서는 냉온교대온도안진검사(bithermal caloric test), 회전의자검사(rotation test), 비디오두부충동검사(video head impulse test) 등이 있으나, 일상 생활에서의 인체 회전 속도를 고려하였을 때에 가장 생리적인 검사로서는 회전의자검사가 인정받고 있다.

[0004] 종래의 회전의자검사 장비는 도 1에서와 같이, 별도 암실(11)을 필요로 하므로 그 크기가 매우 큰 특징이 있다. 이는 통상적으로 병원 전정 검사실 내에서 가장 큰 공간을 차지하며 고가(高價) 장비이다.

[0005] 종래의 회전의자검사 장비는 머리 회전을 유발하기 위해 서보 모터(servo motor)(13)를 사용하지만, 장비의 크기 등을 고려하였을 때에 성인을 정해진 가속도로 가속 및 감속하기에는 모터의 성능이 부족하여 일상생활 중에 사용되는 생리적 범위의 머리 회전 주파수인 1-4 Hz 대역의 검사는 불가능하다. 이에 따라 주로 0.01-0.64 Hz 범위가 검사되고 있으나, 이는 매우 느리게 머리를 회전하는 상태로 일상생활 중 경험 빈도가 낮은 편이다.

[0006] 종래의 회전의자검사 장비는 시각-전정상호작용(visual-vestibular interaction, VVOR), 시각 고정(visual fixation, VFX) 효과를 분석하기 위해 마치 철길 모양으로 명-암이 반복되는(rail road stripe) 회전하는 불빛을 사용하거나(VVOR), 회전의자(12)에 부착되어 의자 회전에 따라 회전하는 레이저를 사용한다. 하지만 고정된 회전각속도의 시각 자극만 가능하여 다양한 범위의 시각-전정상호작용, 시각 고정 효과를 볼 수 없고, 시각 자극의 강도가 약하다는 단점이 있다.

[0007] 종래의 회전의자검사 장비에서 둥근 모양의 거대한 스크린 혹은 외벽(外壁)을 설치하는 이유는 검사 중 시각 주시점이 있는 경우, 인체는 특정 지점을 시각적으로 주시하려는 생리적 작용이 우세하여 전정-안반사에 의한 안구 회전이 강력하게 억제되기 때문이다(회전의자검사의 경우 대략 80% 이상 억제됨). 그 결과, 특히 검사 중 머리 회전 속도가 50°/sec 이하일 경우 검사 시행을 위해서는 암시야(暗視野, dark field)를 유지할 필요가 있기 때문이다.

[0008] 또한 종래의 회전의자검사 장비는 정해진 주파수의 회전이 이루어지도록 도 1와 같이 매우 무거운 회전의자(12)를 자체 제작하였다. 이 때문에 한번 설치한 장비를 이동 설치 시에 고장이 잦고, 비용이 매우 많이 발생하는 문제가 동반된다.

[0009] 종래의 회전의자검사 장비를 통해 측정하고자 하는 기본이 되는 전정 기능은 전정-안반사(vestibulo-ocular reflex, VOR) 기능으로, 이는 머리가 회전하는 반대 방향으로 안구 회전을 유발하는 생리적 반사를 의미한다.

[0010] 전정-안반사 기능을 통해 인간을 포함한 동물은 머리 회전에 관계없이 특정 지점 혹은 물체를 지속적으로 주시할 수 있는데, 전정 기능 이상이 발생하면, 도 2에서와 같이 전정-안반사에 이상이 발생하여, 머리가 회전하는

만큼 안구가 반대방향으로 회전하지 못하는 현상이 발생한다.

[0011] 그러나 종래의 회전의자검사 장비는 생리적으로 가장 중요한 주파수 대역의 검사 결과를 얻지 못하고 검사 방식이 고정되어 검사로부터 얻을 수 있는 정보가 제한되어 있다는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 국내공개특허 10-2016-0005519(공개일: 2016년01월15일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 이에 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명은 머리 착용형 디스플레이 장치, 시선추적기, 및 머리 움직임 센서와 같은 기존 장비와 완전히 다른 기술을 적용하여 피검사자의 전정-안반사 기능을 언제 어디서나 측정할 수 있으며, 측정 동작의 효율성 및 생리적 적합성 또한 극대화시킬 수 있도록 하는 가상현실 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치를 제공하고자 한다.

[0014] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명의 일 실시 형태에 따르면 피검사자의 착석 및 회전을 지원하는 회전 의자; 피검사자의 머리에 착용되어, 피검사자 눈 전체를 감싸는 머리 착용형 디스플레이 장치; 피검사자의 안구 회전을 센싱하는 시선추적기(eye tracker); 피검사자의 머리 회전을 센싱하는 머리 움직임 센서(IMU sensor); 및 암시야 제공을 위한 검사 화면을 생성하여 상기 머리 착용형 디스플레이 장치를 통해 재생한 후, 상기 시선추적기와 상기 머리 움직임 센서의 센싱 결과로부터 머리 회전 대비 안구 회전 비율을 산출 및 정량화하여 VOR(Vestibulo-Ocular Reflex) 이득과 비대칭 비율 중 적어도 하나를 산출 및 제공하는 제어 장치를 포함하는 가상현실 및 생체신호 센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치를 제공한다.

[0016] 상기 제어 장치는 기 설정된 머리 회전과 안구 회전을 유도하는 검사 화면을 생성 및 재생한 후, 상기 시선추적기와 상기 머리 움직임 센서의 센싱 결과로부터 머리 회전 대비 안구 회전 비율을 산출 및 정량화하여 VOR(Vestibulo-Ocular Reflex) 이득과 비대칭 비율 중 적어도 하나를 산출 및 제공하는 기능을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한 상기 제어 장치는 기 설정된 머리 회전과 안구 회전을 유도하는 검사 화면을 구성 및 제공하되, 머리 회전 대비 안구 회전 비율, 머리와 안구의 회전 각도와 속도를 다단 조정할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0018] 더하여, 상기 제어 장치는 머리 회전 각도 대비 안구 회전 각도로부터 회전 각도 기반 이득을 산출하고, 최대 머리 회전 각속도 대비 최대 안구 회전 각속도로부터 최대 회전 각속도 기반 이득을 산출하고, 최대 머리 회전 각가속도 대비 최대 안구 회전 각가속도로부터 최대 회전 각가속도 기반 이득을 산출한 후, 상기 회전 각도 기반 이득, 상기 최대 회전 각속도 기반 이득, 상기 최대 회전 각가속도 기반 이득 중 적어도 하나를 상기 전정-안반사 이득으로 선택 및 제공하는 것을 특징으로 한다.

$$\frac{\text{우측 회전 정도} - \text{좌측 회전 정도}}{\text{우측 회전 정도} + \text{좌측 회전 정도}} \times 100$$

[0019] 뿐 만 아니라 상기 제어 장치는 " "의 식에 따라 상기 비대칭 비율을 산출하며, 상기 회전 정도는 회전 각도, 회전 각속도, 회전 각가속도 중 어느 하나 인 것을 특징으로 한다.

[0020] 마지막으로, 상기 제어 장치는 머리 회전이 기 설정된 목표 주파수 내에 들어오지 못하면, 머리 회전의 재시도를 요구한 후 전정-안반사 기능 평가 동작을 다시 한번 더 수행하는 것을 특징으로 하는 가상현실 및 생체신호

센서 기반의 전정-안반사 기능 평가 장치.

[0021] 상기 회전 의자는 상기 제어 장치의 제어하에 자동 회전되거나, 피검사자 또는 검사자에 의해 수기 회전되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 머리 착용형 디스플레이 장치를 통해 가상현실 방식으로 전정-안반사 기능 측정을 위한 정보를 피검사자에게 제공하고, 시선추적기 및 머리 움직임 센서를 통해 피검사자의 반응을 측정할 수 있도록 한다. 즉, 머리 착용형 디스플레이 장치, 시선추적기 및 머리 움직임 센서와 같은 기존 장비 대비 새로운 플랫폼을 활용하여 피검사자의 능동 회전, 검사자의 수기 회전과 같은 간단한 동작을 통해 피검사자의 전정-안반사 기능을 측정하도록 함으로써, 검사를 단순화 하고 장치의 휴대성을 확보한다.

[0023] 또한 머리 착용형 디스플레이 장치를 통해 머리 회전과 연동된 보다 다양한 시각 자극 정보를 피검사자에게 제공할 수 있도록 함으로써, 피검사자의 시각-전정상호작용을 보다 자세하고 정확하게 측정할 수 있다. 또한 기존 장비에서는 구현할 수 없었던 머리 회전 대비 안구 회전 비율을 다단 조정하여 시각과 전정-안반사 간 상호 작용을 정밀하게 평가한다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 종래의 기술에 따른 회전의자검사 장비를 도시한 도면이다.

도 2는 전정 기능 이상에 따른 현상을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가상현실 기반 전정-안반사 기능 평가 장치를 도시한 도면이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전정-안반사 기능 평가 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0026] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 피검사자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.

[0027] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0028] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가상현실 기반 전정-안반사 기능 평가 장치를 도시한 도면이다.

[0029] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 전정-안반사 기능 평가 장치(100)는 회전 의자(110), 머리 착용형 디스플레이 장치(120), 시선추적기(eye tracker, 130), 머리 움직임 센서(140), 및 제어 장치(150) 등을 포함한다.

[0030] 회전 의자(110)는 피검사자의 착석 및 회전을 지원하는 장치로, 회전 가능한 일반 의자 모두로 구현 가능하다. 즉, 본 발명은 종래의 자체 제작 의자 대신에 기성품 의자를 활용할 수 있다.

[0031] 또한 회전 의자(110)는 검사자가 피검자의 머리 회전을 유발하기 위해 직접 수기로 회전시키거나(manual rotation), 피검자가 머리 착용형 디스플레이 장치(120)를 통해 화면 표시되는 가이드에 따라 자신의 머리를 능동 회전시킬 수 있다(active rotation). 물론, 필요시에는 제어 장치(150)의 제어 하에 좌판 및 등받이를 모터 기반으로 기 설정된 회전 각도 및 속도로 자동 회전되는 방식으로 구현될 수도 있을 것이다.

[0032] 머리 착용형 디스플레이 장치(120)는 피검사자의 머리에 착용되어, 눈 전체를 감싸는 HMD(Head Mounted Display) 등으로 구현될 수 있다. 이는 제어 장치(150)에서 제공하는 검사 화면을 가상현실 방식으로 재생함으로써, 피검사자가 마치 가상현실 세계 내에 존재하는 듯 한 몰입감을 제공할 수 있도록 한다.

[0033] 특히, 머리 착용형 디스플레이 장치(120)는 눈 부분에 밀착 착용되는 것이 바람직한데, 이는 종래 회전의자검사

장비의 스크린 또는 외벽 대신에 검사 시행을 위한 암시야를 유지할 수 있도록 하기 위함이다.

- [0034] 시선추적기(130)는 피검사자의 안구 회전을 센싱하도록 한다. 이때, 안구 회전은 안구 회전 각도, 안구 회전 속도, 눈 감김, 동공 크기 등일 수 있다.
- [0035] 머리 움직임 센서(140)는 머리 착용형 디스플레이 장치(120)에 결합되는 관성측정센서(inertial measurement unit sensor, IMU sensor) 또는 모션캡처 센서(motion capture sensor)로 구현되어, 피검사자의 머리 회전을 센싱하도록 한다. 이때, 머리 회전은 머리 회전 각도, 머리 회전 속도 등일 수 있다.
- [0036] 즉, 본 발명은 종래의 자체 제작 의자를 통해 기 설정된 회전 패턴을 만드는 방식이 아닌, 머리 움직임 센서(140)를 통해 회전 패턴을 측정하도록 함으로써, 일반의 회전 의자 모두를 활용하여 전정-안반사 기능 평가 동작을 수행할 수 있도록 한다. 그 결과, 장치 부피 및 구현 비용을 최소화시켜 휴대성을 확보하고, 검사 방식을 간소화 할 수 있도록 한다.
- [0037] 제어 장치(150)는 머리 회전에 연동되어 시각 자극(안구 회전)을 유도하는 검사 화면을 생성하여 머리 착용형 디스플레이 장치(120)를 통해 재생하도록 한다. 그리고 이와 동시에 시선추적기(130)와 머리 움직임 센서(140)의 센싱 결과를 기반으로 머리 대비 안구 회전 비율을 산출 및 정량화하여 전정-안반사 이득과 비대칭 비율, 시각-전정상호작용, 시고정효과를 획득 및 제공하도록 한다.
- [0038] 즉, 본 발명은 관성측정센서(IMU sensor) 또는 모션캡처 센서(motion capture sensor)와 같이 머리 회전을 측정하는 장비와 시선추적기(eye tracker)와 같이 안구 회전을 평가할 수 있는 장비를 구비하고, 이 두 가지 장비에서 얻어지는 정보를 시간적으로 통합하여 분석함으로써, 머리 회전 자극에 대하여 적절한 전정-안반사가 발생하여 반대방향의 안구 운동이 실시간 적절한 각도, 각속도, 각가속도로 발생하는지 여부를 확인하도록 한다.
- [0039] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전정-안반사 기능 평가 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0040] 먼저, 피검사자 또는 검사자의 요청하에 검사 모드를 결정하고(S1), 검사 모드에 대응되는 검사 화면을 구성한 후, 이를 머리 착용형 디스플레이 장치(120)를 통해 가상 현실 방식으로 재생하도록 한다(S2).
- [0041] 본 발명의 검사 모드는 기본 전정-안반사(VOR) 검사 모드, 시각-전정 상호작용 검사 모드(visual vestibulo-ocular reflex, VVOR), 시각 고정 효과 검사 모드(visual fixation, VFX)로 나뉠 수 있다.
- [0042] 그리고 기본 전정-안반사(VOR) 검사 모드에서는 기본적으로 가상현실 화면을 어둡게 구성하고, 시선 고정이 될 만한 어떠한 주시점도 표시되지 않는 화면을 구성하여 순수한 전정-안반사 측정이 가능하도록 한다. 즉, 암시야 제공을 위한 검사 화면을 구성 및 제공하고, 해당 상태에서의 전정-안반사 측정이 가능하도록 한다.
- [0043] 그리고 시각-전정 상호작용 검사 모드(VVOR)에서는 현실 세계에서의 상황을 가상현실 화면 하에서 나타내는 도 5의 (a) 및 도 5의 (b)에서와 같이, 다양한 비율로 머리 회전 대비 안구 회전이 조정될 수 있도록 하는 검사 화면을 구성 및 제공하여, 피검사자가 머리 회전 대비 증폭된 안구 회전을 발생하도록 한다. 특히, 도 5의 (a)와 같이 머리 회전 정도와 안구 회전 정도가 동일하게 설정하는 것에서 더 나아가, 도 5의 (b)와 같이 머리 회전 정도 대비 안구 회전 정도를 증가시켜 줄 수 있도록 한다. 이는 증폭 시각-전정 상호작용 평가 모드(Augmentation visual-vestibular interaction test mode)에 대응되는 것으로, 현실 세계에서의 예를 든다면 머리 회전과 같은 방향으로 진행되는 자동차를 안정적으로 주시하는 능력을 평가할 수 있도록 한다.
- [0044] 마지막으로 시각 고정 효과 검사 모드(VFX)에서는 기존 검사에서 머리 회전과 동일한 각속도로 시각 목표가 회전하여 완전 시각 효과만을 평가할 수 있었던 기존의 검사에 대비하여 도 5의 (c)에서와 같이, 다양한 비율로 머리 회전 대비 안구 회전이 억제될 수 있도록 하는 검사 화면을 구성 및 제공하여, 피검사자가 머리 회전 대비 억제된 안구 회전을 발생하도록 한다. 이는 억제 시각-전정 상호작용 평가 모드(Suppression visual-vestibular interaction test mode)로, 현실 세계에서의 예를 든다면 머리 회전과 반대방향으로 방향으로 진행되는 자동차를 안정적으로 주시하는 능력을 평가할 수 있도록 한다.
- [0045] 단계 S1을 통해 검사 화면이 가상 현실 방식으로 재생되고, 피검사자가 이에 반응하여 안구 및 머리를 움직이면, 시선추적기(130) 및 머리 움직임 센서(140)를 이용하여 안구 및 머리 회전을 즉각적으로 측정하도록 한다(S2,S3).
- [0046] 머리 회전 데이터에 대해서 측정 잡음(noise) 제거 과정을 거친 후 인공지능(AI) 기반 기계학습(machine learning)을 통해 회전량, 회전 특성의 정밀한 추정값을 획득한다. 그리고 얻어진 추정값에 대한 푸리에 변환(Fast Fourier transform)을 시행하여 주파수 특성을 분석한 후 목표 검사 주파수와 비교하여, 목표 주파수 대

비 측정값의 적정성을 평가한다. 만약, 머리 회전이 부적절한 경우에는 머리 회전의 재시도를 요구한 후, 동일 검사 화면을 다시 한번 재생하도록 한다. 반면, 적절한 머리 회전이 이루어진 경우에는 목표 범위의 회전이 이루어진 유효 구간 및 머리 회전 정도(회전 각도, 각속도, 각가속도)를 추출한다(S4).

[0047] 이와 동시에 안구 움직임 데이터로부터 자발적 안구 운동, 안진(nystagmus), 눈 깜박임(eye blinking) 등의 잡음을 제거한 후, 인공지능(AI) 기반 기계학습을 시행하여 안구 회전에 대한 정밀한 추정값을 획득한다. 그리고 획득된 추정값에 대한 푸리에 변환(Fast Fourier transform)을 시행하여 주파수 특성을 분석하고, 적정 회전 구간 및 주파수에서의 안구 회전 정도(회전 각도, 각속도, 각가속도)를 추출한다(S5).

[0048] 그리고 나서, 머리 회전 정도(각도, 각속도, 각가속도) 대비 안구 회전 정도(각도, 각속도, 각가속도)를 이하의 수학식에 따라 산출한 후, 이들 중 적어도 하나를 포함하는 전정-안반사 이득, 그리고 비대칭 비율을 획득 및 제공한다(S6).

[0049] 즉, 수학식 1에 따라 머리 회전 각도 대비 안구 회전 각도로부터 회전 각도 기반 이득을 산출하고, 수학식 2에 따라 최대 머리 회전 각속도 대비 최대 안구 회전 각속도로부터 최대 회전 각속도 기반 이득을 산출하고, 수학식 3에 따라 최대 머리 회전 각가속도 대비 최대 안구 회전 각가속도로부터 최대 회전 각가속도 기반 이득을 산출한 후, 회전 각도 기반 이득, 최대 회전 각속도 기반 이득, 최대 회전 각가속도 기반 이득 중 적어도 하나를 포함하는 전정-안반사 이득을 생성 및 출력하도록 한다.

[0050] [수학식 1]

[0051]
$$\text{회전 각도기반이득}(\text{positional gain}) = \frac{\text{유효 구간의 안구 회전 각도}}{\text{유효 구간의 머리 회전 각도}}$$

[0052] [수학식 2]

[0053]
$$\text{최대 회전 각속도기반이득}(\text{velocity gain}) = \frac{\text{유효 구간의 최대 안구 회전 각속도}}{\text{유효 구간의 최대 머리 회전 각속도}}$$

[0054] [수학식 3]

[0055]
$$\text{최대 회전 각가속도기반이득}(\text{acceleration gain}) = \frac{\text{유효 구간의 최대 안구 회전 각가속도}}{\text{유효 구간의 최대 머리 회전 각가속도}}$$

[0056] 이때, 유효 구간은 기계학습, 푸리에 변환 기반 분석을 통해 파악된 목표 범위의 회전이 이루어진 구간을 의미한다.

[0057] 그리고 비대칭 비율은 이하 수학식 4에 따라 획득 가능하다.

[0058] [수학식 4]

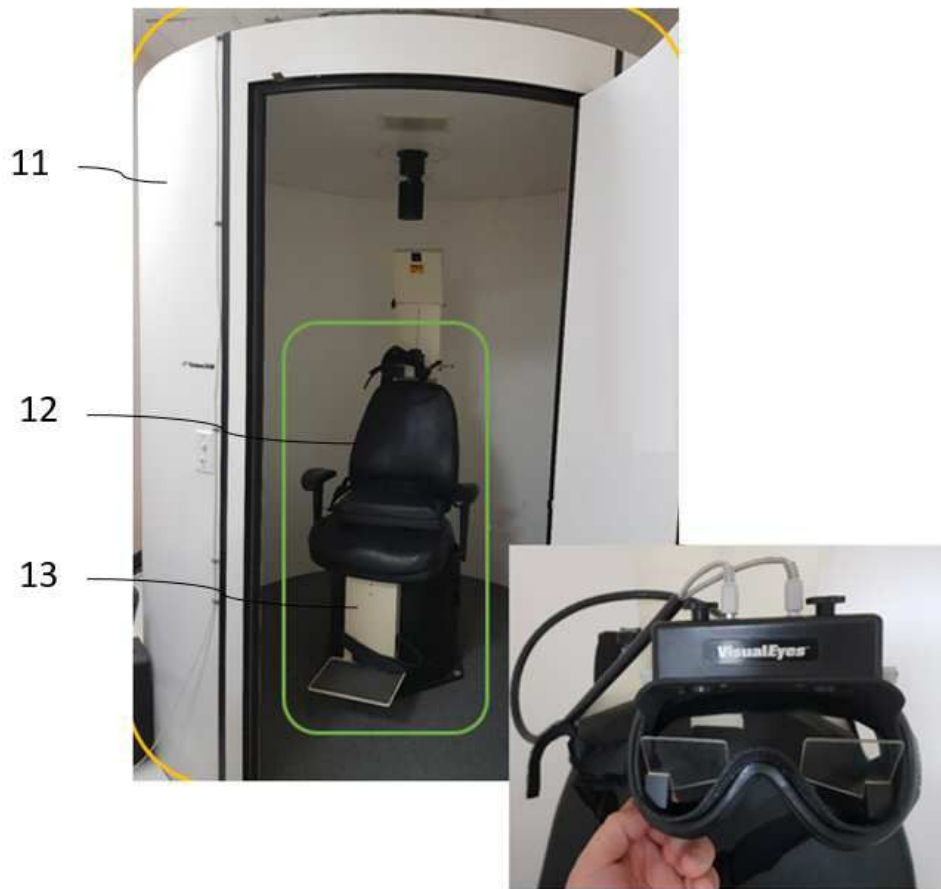
[0059]
$$\text{비대칭}(\text{asymmetry})(\%) = \frac{\text{우측 회전 정도} - \text{좌측 회전 정도}}{\text{우측 회전 정도} + \text{좌측 회전 정도}} \times 100$$

[0060] 이때, 회전 정도는 회전 각도, 각속도, 각가속도 중 어느 하나이다.

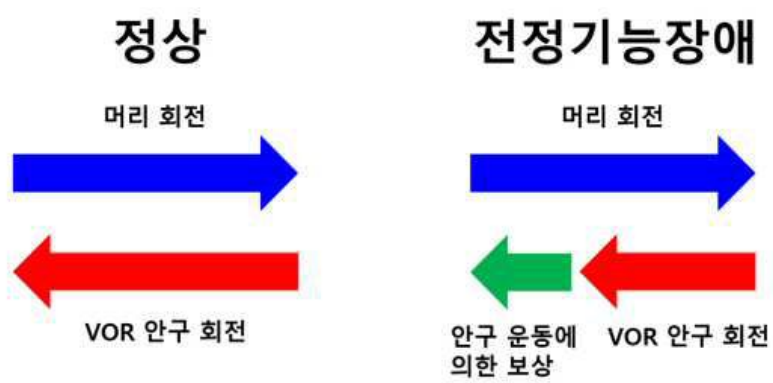
[0061] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

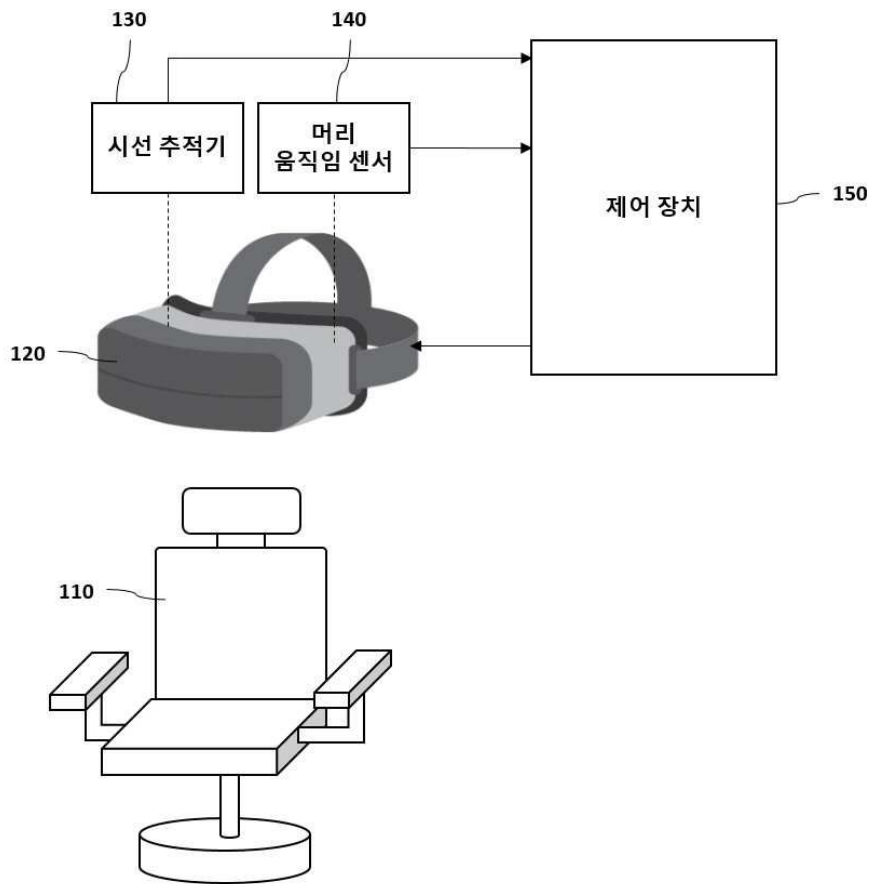
도면1



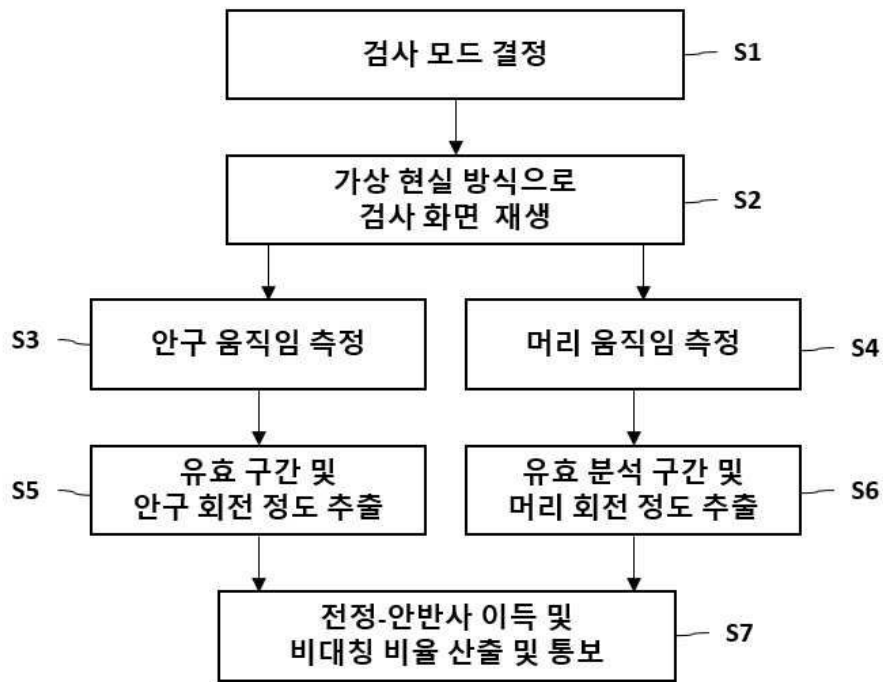
도면2



도면3



도면4



도면5

