(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월05일
(11) 등록번호 10-2585854
(24) 등록일자 2023년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/16 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 5/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/163 (2020.05)
A61B 5/0059 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0054467
(22) 출원일자 2021년04월27일
심사청구일자 2021년04월27일
(65) 공개번호 10-2022-0147382
(43) 공개일자 2022년11월03일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170050042 A
KR1020200112520 A

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김시호
인천광역시 연수구 송도과학로 85(송도동)
김진혁
인천광역시 미추홀구 주안로 27, 4동 204호(도화동, 동원아파트)
(74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 박찬아

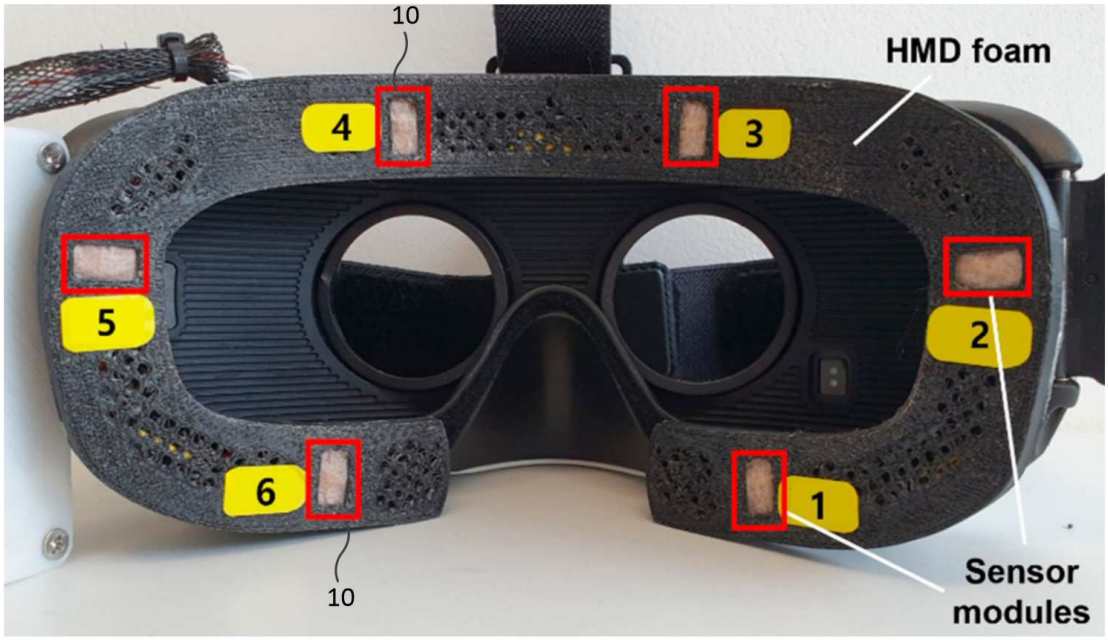
(54) 발명의 명칭 **사용자 상태 측정 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 사용자의 눈 주변 기지정된 위치에서 기지정된 파장의 적외선 광을 피부로 방출하고, 피부 내부로 방출된 광 중 피부 외부로 반사되는 적외선 광을 감지하여 감지 신호를 각각 획득하는 다수의 센서 모듈을 포함하는 감지부, 다수의 감지 신호를 각각 로우 패스 필터링하여 다수의 필터링 신호를 획득하는 필터부, 다수의 필터

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



링 신호를 각각 미분하여 다수의 미분 신호를 획득하는 패턴 분석부 및 다수의 센서 모듈 중 지정된 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 의도적 눈 깜빡임 여부를 판별하고, 의도적 눈 깜빡임으로 판정되면 다른 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 음주 상태를 판정하는 상태 판별부를 포함하여, VR 또는 AR 등을 이용하는 사용자의 피로도나 음주 상태 등을 감지하여 사용자에게 경고를 출력하거나, 어플리케이션 동작을 중지시켜 사고를 미연에 방지할 수 있는 사용자 상태 측정 장치 및 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류
A61B 5/18 (2013.01)
A61B 5/6803 (2013.01)
A61B 5/7239 (2013.01)
A61B 5/725 (2021.01)
A61B 2503/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711103295
과제번호	2017-0-00244-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	HMD 표정 인식 센서와 사이버 인터랙션 인터페이스 기술 (창조씨앗형 2단계)(3/5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

사용자의 눈 주변 기지정된 위치에서 기지정된 파장의 적외선 광을 피부로 방출하고, 피부 내부로 방출된 광 중 피부 외부로 반사되는 적외선 광을 감지하여 감지 신호를 각각 획득하는 다수의 센서 모듈을 포함하는 감지부;

다수의 감지 신호를 각각 로우 패스 필터링하여 다수의 필터링 신호를 획득하는 필터부;

상기 다수의 필터링 신호를 각각 미분하여 다수의 미분 신호를 획득하는 패턴 분석부; 및

상기 다수의 센서 모듈 중 지정된 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 의도적 눈 깜빡임 여부를 판별하고, 의도적 눈 깜빡임으로 판정되면 다른 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 음주 상태를 판정하는 상태 판별부를 포함하되,

상기 다수의 센서 모듈은 상기 사용자의 양 눈 주변으로 눈썹, 관자놀이 및 눈 아래 뺨에 각각 위치하도록 6개의 센서 모듈을 포함하는 사용자 상태 측정 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 상태 판별부는

상기 다수의 미분 신호 각각에 대응하여 서로 다르게 미리 지정된 문턱값과 비교하여, 눈썹에 배치된 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 세기가 대응하는 문턱값 이상이면, 사용자의 의도적 눈깜빡임으로 판정하는 사용자 상태 측정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 상태 판별부는

상기 사용자의 의도적 눈깜빡임으로 판정되고, 관자놀이 및 뺨에 배치된 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 세기가 대응하는 문턱값 미만이면, 상기 사용자가 음주 상태인 것으로 판정하는 사용자 상태 측정 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 상태 판별부는

상기 다수의 미분 신호 각각을 대응하는 문턱값과 비교한 결과를 누적 저장하고, 기지정된 기간 동안 누적 저장된 비교 결과로부터 미분 신호가 대응하는 문턱값 미만으로 나타난 이상 상태 비율이 기지정된 기준 비율 미만이면, 상기 사용자가 피로 상태인 것으로 판정하는 사용자 상태 측정 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 6개의 센서 모듈은

착용 시에 상기 사용자의 눈 주변을 감싸는 안면 착용형 기기의 기지정된 위치에 배치되는 사용자 상태 측정 장치.

청구항 7

사용자 상태 측정 장치에서 수행되는 사용자 상태 측정 방법으로서,

착용 시에 사용자의 눈 주변을 감싸는 안면 착용형 기기에 구비되는 다수의 센서 모듈을 이용하는 사용자 상태

측정 방법에 있어서,

사용자의 눈 주변 기지정된 위치에서 배치되는 상기 다수의 센서 모듈 각각이 기지정된 파장의 적외선 광을 피부로 방출하고, 피부 내부로 방출된 광 중 피부 외부로 반사되는 적외선 광을 감지하여 감지 신호를 각각 획득하는 단계;

상기 다수의 센서 모듈로부터 획득된 다수의 감지 신호를 각각 로우 패스 필터링하여 다수의 필터링 신호를 획득하는 단계;

상기 다수의 필터링 신호를 각각 미분하여 다수의 미분 신호를 획득하는 단계;

상기 다수의 센서 모듈 중 지정된 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 의도적 눈 깜빡임 여부를 판별하는 단계; 및

의도적 눈 깜빡임으로 판정되면 다른 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 음주 상태를 판정하는 단계를 포함하되,

상기 다수의 센서 모듈은 상기 사용자의 양 눈 주변으로 눈썹, 관자놀이 및 눈 아래 뺨에 각각 위치하도록 6개의 센서 모듈을 포함하는 사용자 상태 측정 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 음주 상태를 판정하는 단계는

상기 다수의 미분 신호 각각에 대응하여 서로 다르게 미리 지정된 문턱값과 비교하여, 눈썹에 배치된 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 세기가 대응하는 문턱값 이상이면, 사용자의 의도적 눈깜빡임으로 판정하고,

상기 사용자의 의도적 눈깜빡임으로 판정되고, 관자놀이 및 뺨에 배치된 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 세기가 대응하는 문턱값 미만이면, 상기 사용자가 음주 상태인 것으로 판정하는 사용자 상태 측정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 사용자 상태 측정 방법은

상기 다수의 미분 신호 각각을 대응하는 문턱값과 비교한 결과를 누적 저장하는 단계; 및

기지정된 기간 동안 누적 저장된 비교 결과로부터 미분 신호가 대응하는 문턱값 미만으로 나타난 이상 상태 비율이 기지정된 기준 비율 미만이면, 상기 사용자가 피로 상태인 것으로 판정하는 단계를 더 포함하는 사용자 상태 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 사용자 상태 측정 장치 및 방법에 관한 것으로, 안면 근육 움직임 감지 기반 사용자 상태 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] IT 기술의 발전에 따라 기존의 디스플레이 방식에서 벗어나 더욱 현실적이고 사실감 있는 컴퓨팅 환경을 제공하는 가상 현실(Virtual Reality: 이하 VR) 및 증강 현실(Augmented Reality: 이하 AR) 기술이 적용되는 분야가 점차로 확대되고 있다.

[0003] VR과 AR은 모두 실제로 존재하지 않은 현실을 사용자에게 실제와 같은 현장감으로 제공한다는 공통점을 가지며, 이러한 사실적인 현장감을 사용자에게 제공하기 위해 대부분 웨어러블 기기 형태로 구현되며, 웨어러블 기기 중에서도 주로 HMD(Head mounted Display)와 같은 안면 착용형 헤드셋 기기 형태로 제공된다.

[0004] 그리고 안면 착용형 헤드셋 기기 형태로 제공된 VR 또는 AR을 이용하는 경우, 사용자는 자신 주변의 실제 환경을 정확하게 인지하지 못하는 경우가 많아, 사고 발생의 가능성이 높아지게 되는 문제가 있다. 또한 VR 및 AR은 사용자가 일반적인 평면 디스플레이를 이용하는 경우보다 더 높은 집중력을 요구하므로, 사용자는 보다 빠르게 피로해지게 될 뿐만 아니라, 현실과 VR 또는 AR을 통해 제공되는 시각적 정보 사이의 차이로 인한 인지 부조화로 인해 멀미 등과 같은 각종 부작용을 초래할 수 있다. 그러나 현재 많은 VR 및 AR 기술이 게임 등의 어플리케이션으로 개발되어 있으며, 이와 같이 사용자의 흥미를 유발하기 위해 개발된 VR 및 AR 기술은 사용자가 피로감을 인지하지 못하고 어플리케이션을 장시간 지속할 수 있다는 문제가 있다.

[0005] 그리고 VR 및 AR의 경우, 각 사용자가 주로 사적 공간에서 개인적으로 이용함에 따라, 음주 상태와 같은 비정상 상태에서도 VR 및 AR을 제약없이 이용하는 경우가 빈번하게 발생하게 되며, 이로 인해 매우 심각한 사고를 유발할 수 있다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2020-0112520호 (2020.10.05 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 안면 착용형 기기에 구비되어 사용자의 상태 이상 여부를 감지하여 사용자에게 경고할 수 있는 사용자 상태 측정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 사용자의 피로 또는 음주 등의 상태를 정확하게 감지하여 사고 발생을 미연에 방지할 수 있는 사용자 상태 측정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 사용자의 눈 주변 기지정된 위치에서 기지정된 파장의 적외선 광을 피부로 방출하고, 피부 내부로 방출된 광 중 피부 외부로 반사되는 적외선 광을 감지하여 감지 신호를 각각 획득하는 다수의 센서 모듈을 포함하는 감지부; 다수의 감지 신호를 각각 로우 패스 필터링하여 다수의 필터링 신호를 획득하는 필터부; 상기 다수의 필터링 신호를 각각 미분하여 다수의 미분 신호를 획득하는 패턴 분석부; 및 상기 다수의 센서 모듈 중 지정된 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 의도적 눈 깜빡임 여부를 판별하고, 의도적 눈 깜빡임으로 판정되면 다른 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 음주 상태를 판정하는 상태 판별부를 포함한다.

[0010] 상기 감지부는 상기 사용자의 양 눈 주변으로 눈썹, 관자놀이 및 눈 아래 뺨에 각각 위치하는 6개의 센서 모듈을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 상태 판별부는 상기 다수의 미분 신호 각각에 대응하여 서로 다르게 미리 지정된 문턱값과 비교하여, 눈썹에 배치된 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 세기가 대응하는 문턱값 이상이면, 사용자의 의도적 눈깜빡임으로 판정할 수 있다.

[0012] 상기 상태 판별부는 상기 사용자의 의도적 눈깜빡임으로 판정되고, 관자놀이 및 뺨에 배치된 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 세기가 대응하는 문턱값 미만이면, 상기 사용자가 음주 상태인 것으로 판정할 수 있다.

[0013] 상기 상태 판별부는 상기 다수의 미분 신호 각각을 대응하는 문턱값과 비교한 결과를 누적 저장하고, 기지정된 기간 동안 누적 저장된 비교 결과로부터 미분 신호가 대응하는 문턱값 미만으로 나타난 이상 상태 비율이 기지정된 기준 비율 미만이면, 상기 사용자가 피로 상태인 것으로 판정할 수 있다.

[0014] 상기 6개의 센서 모듈은 착용 시에 상기 사용자의 눈 주변을 감싸는 안면 착용형 기기의 기지정된 위치에 배치될 수 있다.

[0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 사용자 상태 측정 방법은 착용 시에 사용자의 눈 주변을 감싸는 안면 착용형 기기에 구비되는 다수의 센서 모듈을 이용하는 사용자 상태 측정 방법에 있어서, 사용

자의 눈 주변 기지정된 위치에서 배치되는 상기 다수의 센서 모듈 각각이 기지정된 파장의 적외선 광을 피부로 방출하고, 피부 내부로 방출된 광 중 피부 외부로 반사되는 적외선 광을 감지하여 감지 신호를 획득하는 단계; 상기 다수의 센서 모듈로부터 획득된 다수의 감지 신호를 각각 로우 패스 필터링하여 다수의 필터링 신호를 획득하는 단계; 상기 다수의 필터링 신호를 각각 미분하여 다수의 미분 신호를 획득하는 단계; 상기 다수의 센서 모듈 중 지정된 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 의도적 눈 깜빡임 여부를 판별하는 단계; 및 의도적 눈 깜빡임으로 판정되면 다른 센서 모듈에서 획득된 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 음주 상태를 판정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0016] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치 및 방법은 안면 착용형 기기에 구비되어 VR 또는 AR 등을 이용하는 사용자의 피로도나 음주 상태 등을 감지하여 사용자에게 경고를 출력하거나, 어플리케이션 동작을 중지시켜 사고를 미연에 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치의 개략적 구성을 나타낸다.

도 2 및 도 3은 센서 모듈의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 도 1의 사용자 상태 측정 장치의 구현 예를 나타낸다.

도 5는 도 2의 안면 착용형 사용자 상태 측정 장치의 다수의 센서 모듈이 사용자의 안면에서 감지하는 위치를 나타낸다.

도 6은 센서 모듈의 감지 위치별 미분 신호의 일 예를 나타낸다.

도 7은 사용자의 피로도에 따른 감지 신호의 변화를 나타낸다.

도 8은 사용자의 음주 여부에 따른 미분 신호의 변화를 나타낸다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 상태 측정 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0019] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치의 개략적 구성을 나타내고, 도 2 및 도 3은 센서 모듈의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0022] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 감지부(100), 전처리부(200), 패턴 분석부(300) 및 상태 판별부(400)를 포함할 수 있다.

[0023] 감지부(100)는 각각 사용자 안면 상의 기지정된 위치에 배치되어 사용자 피부 변형을 감지하고, 감지된 피부 변형에 대응하는 감지 신호를 출력하는 다수의 센서 모듈(10)을 포함한다.

[0024] 다수의 센서 모듈(10) 각각은 서로 인접하여 배치되는 광원(11)과 광 감지부(12)를 포함한다. 그리고 센서 모듈(10)은 광원(11)에 해당하는 발광부와 광 감지부(12)에 해당하는 수광부가 결합된 소자인 포토커플러(photocoupler)로 구현될 수 있으며, 특히 본 실시예에서는 적외선 광을 방출하는 발광부와 적외선 광을 감지하는 수광부가 결합된 적외선 포토커플러로 구현될 수 있다. 그러나 센서 모듈(10)에서 광원(11)과 광 감지부

(12)가 개별 소자로 구현될 수도 있다. 이때 광원(11)은 일 예로 적외선 광을 방사하는 LED 또는 레이저 다이오드 등으로 구현될 수 있으며, 광 감지부(12)는 일 예로 포토 디텍터(photo detector)로 구현될 수 있다.

[0025] 다수의 센서 모듈(10) 각각에서 광원(11)은 사용자 안면 상의 기지정된 위치에서 사용자의 피부(20) 방향으로 기지정된 파장(여기서는 일 예로 850㎚)의 적외선 광을 방사하고, 광 감지부(12)는 광원(11)에서 방사된 적외선 광 중 사용자의 피부 내부를 통해 전파되어 수신되는 적외선 광을 감지하여 감지 신호를 출력한다.

[0026] 도 2에 도시된 바와 같이, 광원(11)에서 방사된 적외선 광은 피부(20) 내부로 입사된다. 그리고 입사된 적외선 광은 피부 내부에서 여러 방향으로 산란(scattering) 및 감쇠(attenuating)되며 확산되고, 여러 방향으로 확산된 적외선 광 중 일부는 광 감지부(12) 방향으로 전파된다. 즉 광원(11)에서 방사된 적외선 광이 피부(20) 내부에서 확산되어 다시 피부 외부로 반사(Reflectance)된다.

[0027] 그리고 광 감지부(12)는 피부 외부로 반사된 적외선 광의 세기를 감지하여, 적외선 광의 세기에 대응하는 감지 신호를 출력한다. 이때 광 감지부(12)에 감지되는 적외선 광의 세기는 광원(11)에서 방출된 적외선 광이 피부 내부로 입사된 위치로부터 방사 거리(Radial distance)에 따라 가변된다. 즉 피부에 입사된 적외선 광의 공간 분해 확산 반사율(Spatially Resolved Diffuse Reflectance: 이하 SRDR)에 따른 세기를 가질 수 있다. 또한 SRDR의 패턴은 피부의 상태 변화에 따라 변화하게 된다. 즉 피부(20)의 밀도, 두께 등과 같은 물리적 특성에 따라 변화하게 된다. 예로서 적외선 광은 밀도가 높으면 광 감지부(12)에 감지되는 적외선 광의 세기가 낮아지는 반면, 밀도가 낮으면 감지되는 적외선 광의 세기가 높아진다. 즉 피부(20)의 수축 및 이완과 같은 상태 변화에 따라 감지된 적외선 광의 세기가 가변된다.

[0028] 도 3에서 (a)는 광원(11)과 광 감지부(12)의 사이 거리에 따라 감지되는 적외선 광의 세기 변화를 나타내는 그래프이고, (b)는 피부 상태에 따라 광원(11)에서 방출된 적외선 광이 피부 내부에서 전파되어 광 감지부(12)에서 감지된 적외선 광의 세기를 나타낸다.

[0029] 도 3의 (a)와 (b)에서 가로축은 광원(11)과 광 감지부(12)의 사이 거리를 나타내고, 세로축은 광 감지부(12)에서 감지된 적외선 광의 세기로서 로그스케일이 적용되었다.

[0030] 도 3의 (a)를 살펴보면, 피부 상태가 동일한 상태를 유지하는 경우, 광원(11)과 광 감지부(12)의 사이 거리가 증가할수록 적외선의 광 세기가 지수함수적으로 감소함을 알 수 있다. 이때 특정 거리(여기서는 일 예로 1~2㎜)를 기준으로 광 세기의 변화율이 상이하게 나타날 수도 있다.

[0031] 한편 도 3의 (b)를 살펴보면, 광원(11)에서 방출된 적외선 광이 광 감지부(12)로 전파되는 경로 상의 피부 상태에 따라 상이하게 가변됨을 알 수 있다. 도 3의 (b)에 나타난 바와 같이, 광 감지부(12)에 감지되는 적외선 광의 세기는 평상 시의 피부 상태를 기준 상태라 할 때, 수축 시에 감소하며, 이완시에 증가된다. 즉 광 감지부(12)에 입사된 적외선 광의 세기는 광원(11)과 광 감지부(12) 사이에서 거리와 함께 적외선 광이 전파되는 경로 상의 피부 상태 변화에 따라 가변된다.

[0032] 이는 광 감지부(12)에 입사된 광의 세기를 분석하여 사용자 안면에서 해당 위치의 피부(20)의 수축 또는 이완 상태를 확인할 수 있음을 의미한다. 그리고 피부(20)의 수축 또는 이완은 근육의 움직임으로 인해 발생되므로, 감지부(100)의 다수의 센서 모듈(10)에서 획득된 감지 신호를 분석하면 사용자의 안면 근육 움직임을 분석할 수 있다. 본 실시예에서 감지부(100)의 다수의 센서 모듈(10)은 일 예로 사용자의 눈 주변에 위치하여, 사용자의 눈 주변 근육의 움직임을 감지하도록 구성될 수 있다. 다수의 센서 모듈(10)이 배치되는 위치에 대한 상세한 설명은 후술하도록 한다.

[0033] 전처리부(200)는 다수의 센서 모듈(10) 각각의 광 감지부(12)에서 획득된 다수의 감지 신호를 인가받아 기지정된 방식으로 노이즈를 제거한다. 광 감지부(12)에서 획득된 감지 신호에는 다량의 노이즈가 포함된다. 특히 다수의 센서 모듈(10)과 사용자의 피부 사이의 의도하지 않은 접촉이나 에어갭 등으로 인해 노이즈가 발생할 수 있으며, 이러한 노이즈는 대부분 고주파 노이즈이다. 따라서 전처리부(200)는 로우 패스 필터를 구비하여 감지 신호에 포함된 노이즈를 제거함으로써 필터링 신호를 출력할 수 있다.

[0034] 패턴 분석부(300)는 필터링 신호를 인가받아, 인가된 필터링 신호의 패턴을 분석하여 상태 판별부(400)로 전달한다. 여기서 패턴 분석부(300)는 다수의 센서 모듈(10)에서 감지되어 필터링된 다수의 필터링 신호의 변화를 용이하게 분석할 수 있도록 다수의 필터링 신호 각각을 미분하여 다수의 미분 신호를 출력할 수 있다.

[0035] 상태 판별부(400)는 패턴 분석부(300)에서 출력되는 다수의 미분 신호를 인가받고, 각 미분 신호에 대응하는 센서 모듈(10)의 위치와 미분 신호의 패턴을 기반으로 사용자의 상태를 판별한다. 상태 판별부(400)는 센서 모듈

(10)의 위치에 따라 획득된 미분 신호의 패턴을 기반으로 피로 또는 음주 여부 등과 같은 사용자의 상태를 판별할 수 있다. 일 예로 상태 판별부(400)는 다수의 미분 신호의 세기를 기반으로 사용자의 상태를 판별할 수 있다. 또한 경우에 따라서 상태 판별부(400)는 다수의 미분 신호의 피크 타이밍을 추가로 참조하여 사용자의 상태를 판별할 수도 있다.

[0036] 또한 본 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 경고 출력부(500)를 더 포함할 수 있다. 경고 출력부(500)는 상태 판별부(400)에서 판별된 사용자의 상태가 음주 상태이거나 피로 상태인 것으로 판별되면, 사용자가 HMD를 착용하여 VR 또는 AR과 같은 어플리케이션을 실행하지 않도록 사용자에게 기지정된 방식으로 경고를 출력할 수 있다. 경고 출력부(500)는 시각적 또는 청각적 방식으로 사용자에게 경고를 출력할 수 있다. 이때, 경고 출력부(500)는 HMD로 경고를 전달하여, HMD가 구비된 디스플레이 장치나 스피커 등을 이용하여 경고를 출력하도록 요청할 수 있다. 또한 경우에 따라서는 사용자의 안전을 위해 HMD가 VR 또는 AR과 같은 어플리케이션을 실행하지 않도록 요청할 수도 있다.

[0037] 또한 도시하지 않았으나, 본 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 사용자의 상태를 측정하기 위해 별도로 준비된 상태 측정 어플리케이션을 실행하기 위한 상태 검사 요청 신호를 HMD로 전달하는 상태 검사 요청부(미도시)를 더 포함할 수도 있다. 상태 검사 요청부는 상태 검사 요청 신호를 HMD로 전달하여, HMD가 사용자에게 상태 검사를 진행하기 위해 눈을 깜빡일 것을 요청하는 메시지를 기지정된 방식으로 전달하도록 요청할 수 있다. 이에 HMD는 상태 검사 요청 신호에 응답하여 시각적 또는 청각적으로 확인 가능한 메시지 형태로 사용자에게 눈을 깜빡일 것을 요청할 수 있다. 이때, 메시지는 기지정된 주기로 사용자에게 제공될 수 있다.

[0038] 그리고 상태 판별부(400)는 메시지가 사용자에게 제공된 시간 정보와 미분 신호의 패턴을 비교하여 메지시가 사용자에게 제공된 이후, 사용자가 실제로 윙크나 눈깜빡임과 같이 메시지에 표시된 행동을 수행할 때까지의 시간차를 측정할 수도 있다. 이는 메시지에 대한 사용자의 반응 시간을 추가로 감지하여 사용자의 상태를 더욱 정확하게 측정할 수 있도록 하기 위함이다. 여기서 상태 검사 요청부는 상태 판별부(400)에 포함되어 구성될 수 있다.

[0039] 도 4는 도 1의 사용자 상태 측정 장치의 구현 예를 나타내며, 도 5은 도 2의 안면 착용형 사용자 상태 측정 장치의 다수의 센서 모듈이 사용자의 안면에서 감지하는 위치를 나타낸다.

[0040] 본 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 안면 착용형 헤드셋 기기에 구현될 수 있으며, 도 4에 도시된 바와 같이, 눈 주변을 감싸는 형태로 구현되는 고글형 HMD로 구현될 수 있다. 고글형 HMD는 주위의 빛이 내부로 유입되지 않도록 하여, 사용자가 VR 또는 AR 이용 시에 주변 환경에 영향을 받지 않고 집중할 수 있는 환경을 조정할 수 있도록 한다. 이때 HMD에서 사용자의 안면에 밀착되는 부위에는 HMD 사용으로 인해 사용자에게 유발될 수 있는 통증을 완화하기 위해 탄성을 갖는 HMD 폼이 형성되며, 감지부(100)의 다수의 센서 모듈(10)은 HMD 폼에 삽입되어 형성될 수 있다. 이때 다수의 센서 모듈(10)은 사용자의 피부에 밀착될 수 있도록 HMD 폼 내에 삽입되는 높이가 조절될 수 있다. 다수의 센서 모듈(10)이 HMD 폼에 삽입 형성됨으로서, 다수의 센서 모듈(10)은 사용자가 HMD를 이용할 때 불편함을 초래하지 않으면서, 사용자의 피부에 밀착될 수 있다.

[0041] 감지부(100)에 구비되는 센서 모듈(10)의 개수 및 배치 위치는 제한되지 않으나, 여기서는 일 예로 양쪽 눈 주변에 각각 3개씩 배치되어 총 6개의 센서 모듈(10)을 포함하는 것으로 가정한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 6개의 센서 모듈(10) 중 우측 눈의 주변으로 뺨, 관자놀이 및 눈썹에 배치된 3개의 센서 모듈(10)을 제1 내지 제3 센서 모듈이라 하고, 좌측 눈 주변으로 눈썹, 관자 놀이 및 뺨에 배치된 3개의 센서 모듈(10)을 제4 내지 제6 센서 모듈이라 할 수 있다.

[0042] 이는 눈 주변으로 위, 외측 및 아래를 감지하여 사용자의 눈 동작 변화를 용이하게 감지할 수 있도록 하기 위함이다. 즉 도 5에 도시된 바와 같이, 6개의 센서 모듈(10)은 사용자가 윙크와 같이 눈으로 표현할 수 있는 액션을 수행하는 경우, 눈 근육의 변화를 기반으로 수행된 액션을 분석하기 용이하도록 눈 근육 변화가 큰 위치에 배치될 수 있다.

[0043] 도 6은 센서 모듈의 감지 위치별 미분 신호의 일 예를 나타낸다.

[0044] 도 6에서는 사용자의 왼쪽 눈 움직임을 감지하는 제4 내지 제6 센서 모듈에서 획득된 감지 신호에서 노이즈를 제거하고 미분하여 획득된 미분 신호의 예로서 나타내며, 제4 내지 제6 센서 모듈에서 획득된 3개의 미분 신호를 각각 순차적으로 노란색, 빨간색 및 파란색 선으로 표시하였다. 도 6은 사용자가 왼쪽 눈을 깜빡일 때, 즉 눈을 감았다가 뜨는 경우에 눈 근육 변화에 따른 미분 신호이다.

[0045] 도 6을 살펴보면, 사용자가 눈을 깜빡일 때, 눈을 감는 경우나 눈을 뜨는 경우 모두 제6 센서 모듈로부터 획득

된 미분 신호의 변화가 우선 나타나게 되고, 이후, 제5 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 변화가 나타나며, 마지막으로 제4 센서 모듈로부터 획득된 미분 신호의 변화가 나타난다. 즉 뺨쪽 근육으로부터 관자놀이 및 눈썹 근육이 순차적으로 움직이게 된다. 이때 미분 신호의 변화의 크기는 제4 센서 모듈에서 획득된 미분 신호가 가장 크게 나타나고, 관자놀이 근육이 가장 작게 나타난다. 이는 실제 사람이 눈을 깜빡일 때 나타나는 근육의 변화와 일치하므로, 사용자 상태 측정 장치는 3개의 미분 신호의 패턴으로부터 사용자의 왼쪽 눈 깜빡임을 정확하게 판별할 수 있다.

[0046] 특히 본 실시예에서 사용자 상태 측정 장치는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 6개의 센싱 모듈을 이용하여 양쪽 눈의 깜빡임을 개별적으로 판별할 수 있으므로 사용자의 윙크와 같은 동작을 정확하게 판별할 수 있다.

[0047] 또한 윙크와 같이 사용자가 의도적으로 눈을 깜빡이는 경우에 비해 의도하지 않은 자연스러운 눈 깜빡임의 경우, 사용하는 근육이 상이한 것으로 알려져있다. 그리고 도 4에 도시된 사용자 상태 측정 장치의 센서 모듈 배치 위치에서는 의도하지 않은 자연스러운 눈 깜빡임의 경우 미분 신호의 변화가 거의 나타나지 않는다. 그러므로 사용자 상태 측정 장치는 의도적인 눈깜빡임과 의도하지 않은 눈깜빡임 또한 용이하게 구분할 수 있다.

[0048] 도 7은 사용자의 피로도에 따른 감지 신호의 변화를 나타낸다.

[0049] 도 7에서 (a)는 사용자가 정상 상태에서 윙크와 같은 의도적인 눈깜빡임을 수행한 경우에 나타나는 감지 신호의 변화를 나타내고, (b)는 사용자가 음주 후 의도적인 눈깜빡임을 수행한 경우에 나타나는 감지 신호의 변화를 나타낸다.

[0050] 도 7에서는 눈썹, 관자 놀이 및 뺨에 배치된 제4 내지 제6 센서 모듈에서 감지된 감지 신호를 각각 순차적으로 회색, 주황색 및 파란색 선으로 표시하였다.

[0051] (a)와 (b)를 비교하면, 관자 놀이쪽 근육을 감지하는 제5 센서 모듈에서 감지된 감지 신호의 경우, 사용자의 눈깜빡임 자체에 대한 근육의 변화가 원래도 크기 않기 때문에, 음주 여부에 무관하게 큰 변확화가 나타나지 않는다. 그러나 뺨 근육을 감지하는 제6 센서 모듈에서 감지된 파란색 감지 신호의 경우, 음주 전 정상 상태에서는 눈 깜빡임에 따른 근육 움직임이 매우 분명하게 나타나는데 반해, 음주 상태에서는 근육의 움직임이 거의 나타나지 않음을 알 수 있다. 그리고 눈썹 근육을 감지하는 제4 센서 모듈에서 감지된 회색 감지 신호의 경우, 정상 상태에서나 음주 상태에서 모두 눈 깜빡임에 따른 근육 움직임이 나타난다. 다만 정상 상태에서는 매우 규칙적인 패턴으로 나타나는데 반해, 음주 상태에서는 패턴의 불규칙성이 높아졌음을 알 수 있다.

[0052] 따라서 본 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 감지 신호 패턴의 변화를 기반으로 사용자의 음주 여부를 판별할 수 있다. 즉 눈썹 근육을 감지하는 제4 센서 모듈에서 감지된 감지 신호로부터 사용자가 의도적으로 눈을 깜빡이고 있음을 판별할 수 있으며, 의도적으로 눈을 깜빡이고 있음에도 뺨 근육을 감지하는 제6 센서 모듈에서 감지된 감지 신호의 변화가 거의 나타나지 않는다면, 사용자가 음주 상태인 것으로 판별할 수 있다.

[0053] 다만 감지 신호에는 상기한 바와 같이 노이즈가 포함되어 있을 뿐만 아니라, 패턴 변화를 검출하기에 용이하지 않다. 이에 본 실시예에서는 감지 신호를 로우 패스 필터링하고 미분하여 획득되는 미분 신호를 이용하여 더욱 용이하게 사용자의 상태를 판별할 수 있도록 한다.

[0054] 도 8은 사용자의 음주 여부에 따른 미분 신호의 변화를 나타낸다.

[0055] 도 8에서도 (a)는 사용자의 정상 상태에서 획득된 미분 신호를 나타내고, (b)는 음주 상태에서 획득된 미분 신호를 나타낸다. 도 8에서는 눈썹, 관자 놀이 및 뺨에 배치된 제4 내지 제6 센서 모듈로부터 획득되는 미분 신호를 각각 순차적으로 노란색, 주황색 및 파란색 선으로 표시하였다.

[0056] 도 8을 참조하면, 정상 상태와 음주 상태에서의 미분 신호의 파형 자체는 기본적으로 유사성이 있으나, 음주 상태에서 획득된 미분 신호의 경우, 미분 신호의 세기가 크게 감소하였음을 알 수 있다.

[0057] 이에 정상 상태를 기준으로 제4 내지 제6 센서 모듈로부터 획득되는 3개의 미분 신호 각각에 대응하는 서로 다른 문턱값을 설정하면, 각 미분 신호가 대응하는 문턱값 이상인지 여부를 판별하여 사용자의 음주 상태 여부를 용이하게 판별할 수 있다. 그리고 판별된 결과에 따라 사용자에게 경고를 출력하여 사용자가 HMD를 이용하는 것을 중지하도록 요청할 수 있다.

[0058] 한편, 사용자가 장시간 HMD를 착용한 상태에서 반복적으로 다수 횟수(여기서는 일 예로 300회 이상)로 눈을 깜빡이도록 요청하여 사용자의 피로도에 따른 미분 신호의 변화를 관찰한 바, 사용자가 피로한 경우에도 대부분 다수의 미분 신호가 모두 대응하는 문턱값 이상으로 나타나지만, 적어도 하나의 미분 신호가 문턱값 미만으로

나타나는 빈도가 점차로 증가하게 된다.

[0059] 관찰을 통해 확인된 바에 따르면, 사용자가 피로하지 않은 정상 상태의 경우, 적어도 하나의 미분 신호가 문턱값 미만으로 나타나는 비율이 5% 미만으로 나타나는데 반해, 피로한 상태에서는 10% 이상으로 나타남이 확인되었다.

[0060] 따라서 본 실시예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 미분 신호와 대응하는 문턱값을 비교한 분석 결과를 누적하여 저정하고, 기지정된 기간 동안 누적 저장된 분석 결과에서 적어도 하나의 미분 신호가 문턱값 미만으로 나타나는 비율을 측정하여 사용자의 피로도를 판별할 수 있으며, 사용자의 피로도가 기준 피로도 이상이라고 판단되는 경우에도 사용자에게 경고를 출력하여 사용자가 HMD를 이용하는 것을 중지하도록 요청할 수 있다.

[0061] 여기서는 사용자 상태 측정 장치가 안면 착용형 장치로 HMD 등에 결합되는 경우를 가정하여 설명하였으므로 VR이나 AR과 같은 어플리케이션 이용시에 적용되는 것으로 설명하였다. 그러나 본 실싱예에 따른 사용자 상태 측정 장치는 HMD와 무관한 별도의 안면 착용형 장치로 구현될 수 있으며, 따라서 VR이나 AR 등의 어플리케이션 이외에 다양한 분야에 독립적으로 적용될 수 있다. 일 예로 사용자 상태 측정 장치는 자율 주행 차량의 운전자나 열차의 기관사가 착용하여 운전자와 기관사의 음주 여부 및 피로 여부를 감지하는데 이용될 수 있다.

[0062] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 상태 측정 방법을 나타낸다.

[0063] 도 1 내지 도 8을 참조하여, 도 9의 사용자 상태 측정 방법을 설명하면, 우선 사용자가 안면 착용형 사용자 상태 측정 장치를 착용한 상태에서, 감지부(100)에 포함된 다수의 광원(11) 각각이 사용자의 기지정된 위치의 피부를 향해 기지정된 파장의 적외선 광을 방출한다(S11). 이때 다수의 광원(11)은 사용자의 눈 주변 근육의 움직임을 감지하기 위해, 사용자의 눈 주변 기지정된 위치에 배치되며, 여기서는 양쪽 눈의 눈썹, 관자 놀이 및 눈 아래 뺨에 광원(11)이 각각 위치하여 6개의 광원이 각각 적외선 광을 방사하는 것으로 가정한다.

[0064] 그리고 피부 내부에서 산란 및 감쇠되며 확산된 적외선 광 중 다수의 광원(11) 각각에 대응하여 인접 배치된 다수의 광 감지부(12)로 입사되는 적외선 광의 세기를 감지하여 다수의 감지 신호를 획득한다(S12).

[0065] 다수의 감지 신호가 획득되면, 획득된 다수의 감지 신호 각각에서 노이즈를 제거하기 위하여 로우 패스 필터링을 수행하여 다수의 필터링 신호를 획득한다(S13). 이후 감지 신호의 변화를 용이하게 판별할 수 있도록 다수의 필터링 신호를 미분하여 다수의 미분 신호를 획득한다(S14). 여기서 다수의 미분 신호는 대응하는 광원(11)과 광 감지부(12)의 배치 위치에 따라 도 6에 도시된 바와 같이, 서로 다른 세기 변화를 갖는다. 이에 미분 신호를 다수의 미분 신호가 각각의 미분 신호에 대해 각각 서로 다르게 지정된 문턱값 이상으로 나타나는지 여부를 분석한다(S15).

[0066] 그리고 분석된 미분 신호로부터 적어도 하나의 눈에 대응하는 3개의 미분 신호에서 눈썹에 대응하는 미분 신호가 대응하는 문턱값 이상인 반면, 관자놀이나 뺨에 대응하는 미분 신호가 대응하는 미분값 미만인 음주 패턴으로 나타나는지 판별한다(S16). 만일 음주 패턴으로 나타나면 사용자가 현재 음주 상태인 것으로 판정한다(S17).

[0067] 그러나 음주 패턴으로 나타나지 않으면, 미분 신호와 대응하는 문턱값을 비교한 분석 결과를 누적하여 저장한다(S18). 그리고 기지정된 기간동안 누적 저장된 미분 신호에서 적어도 하나의 미분 신호가 문턱값 이하로 나타난 이상 패턴이 발생된 비율이 기지정된 기준 비율 이상인지 판별한다(S19). 만일 이상 패턴 발생 비율이 기준 비율 미만이면, 사용자가 정상 상태인 것으로 판정한다(S20). 그러나 이상 패턴 발생 비율이 기준 비율 이상이면, 사용자가 피로 상태인 것으로 판정한다(S21).

[0068] 이에 사용자가 음주 상태로 판정되거나 피로 상태인 것으로 판정되면, 사용자에게 경고를 출력한다(S22).

[0069] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0070] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0071] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0072] 100: 감지부 200: 전처리부

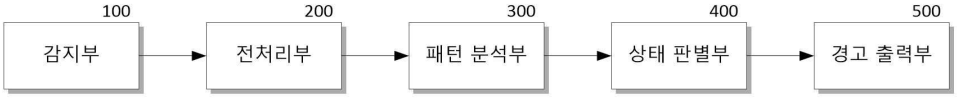
300: 패턴 분석부 400: 상태 판별부

500: 경고 출력부 10: 센서 모듈

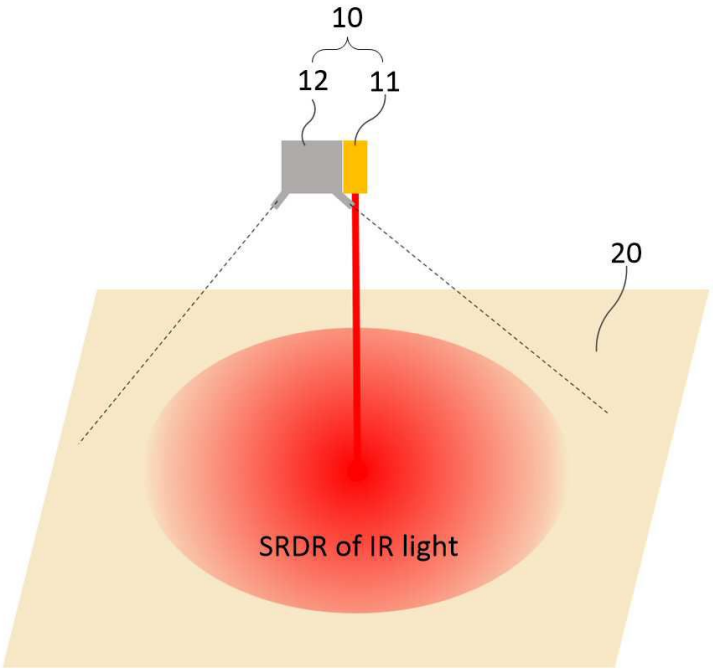
11: 광원 12: 광 감지부

도면

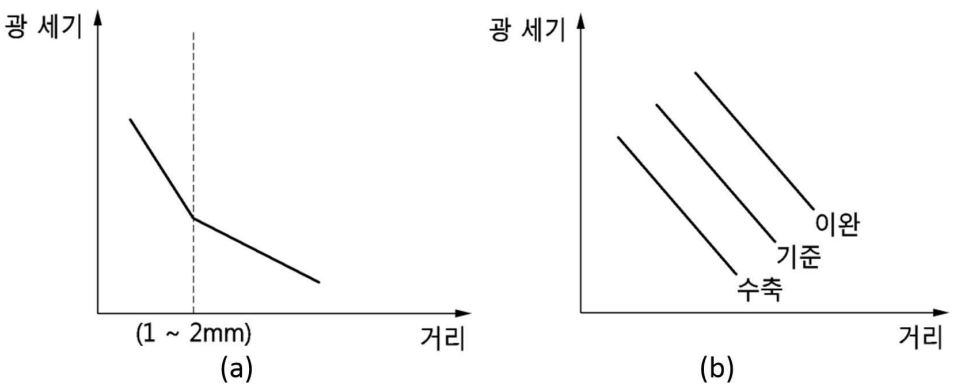
도면1



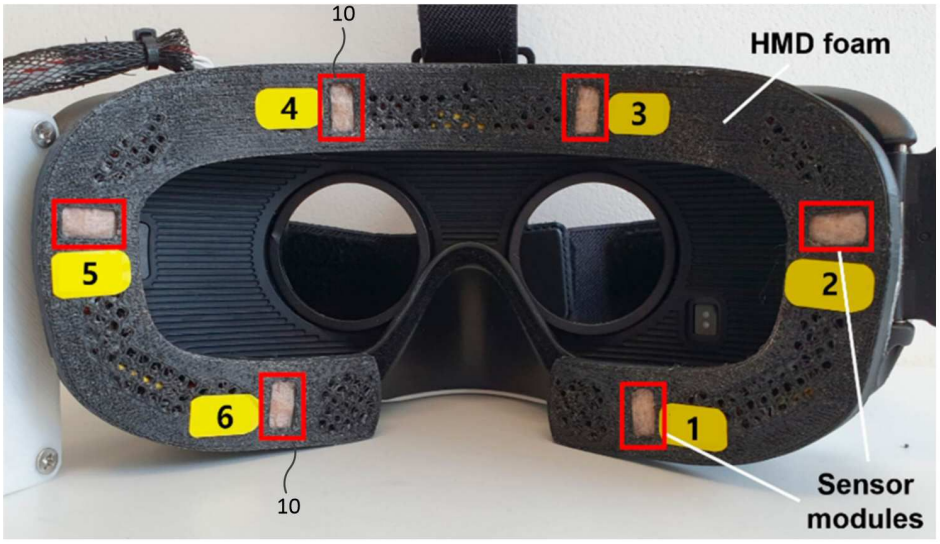
도면2



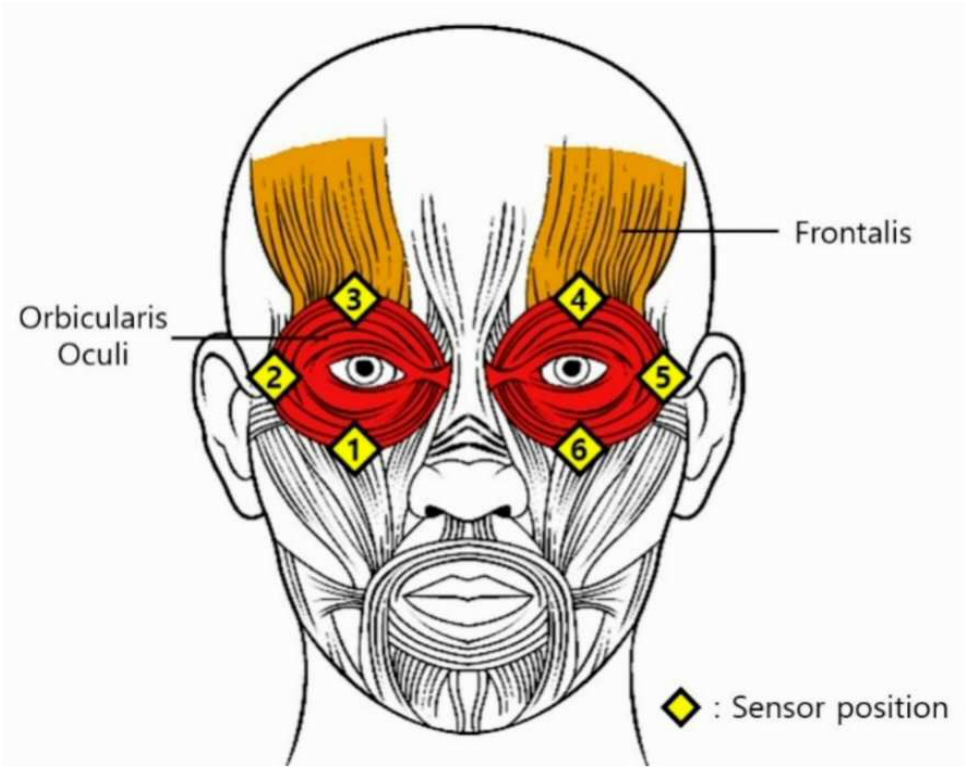
도면3



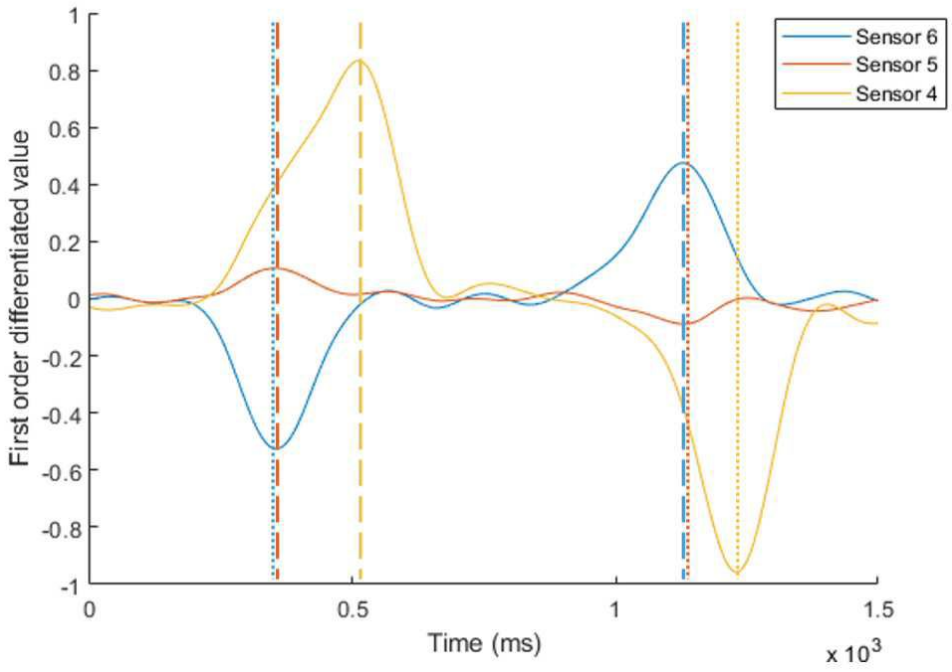
도면4


10
HMD foam
4
3
5
2
6
1
10
Sensor
modules

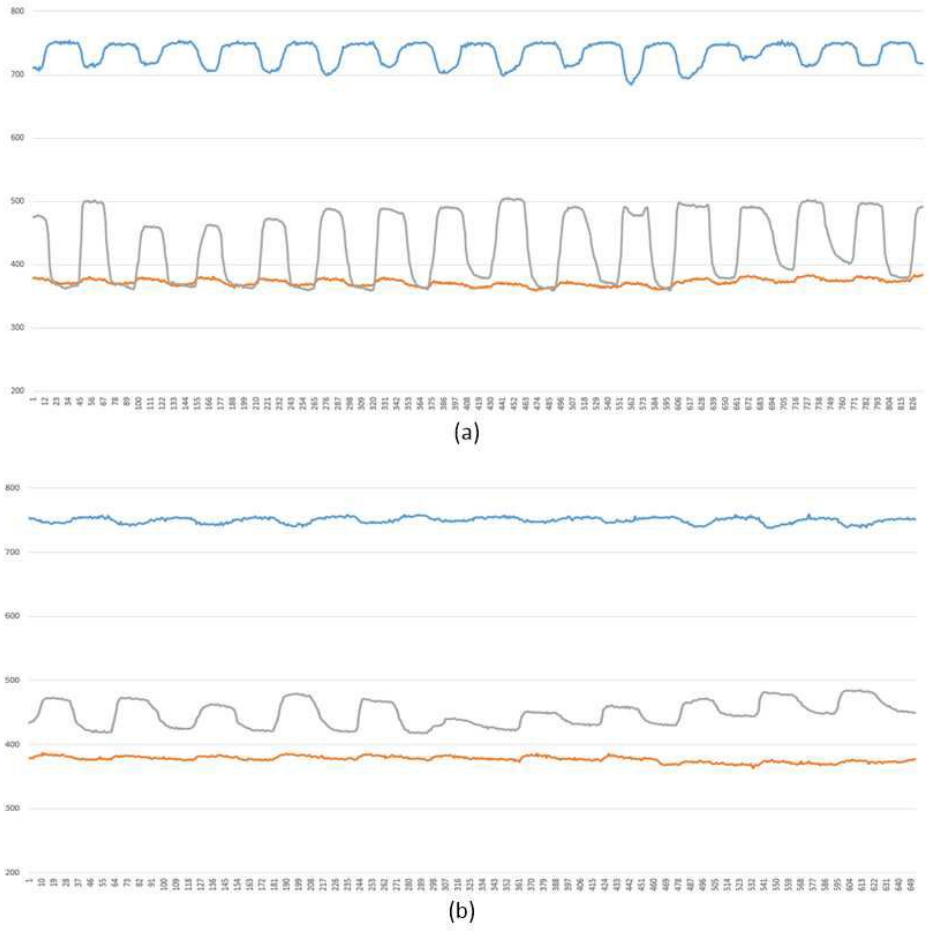
도면5


Frontalis
Orbicularis
Oculi
3
4
2
5
1
6
: Sensor position

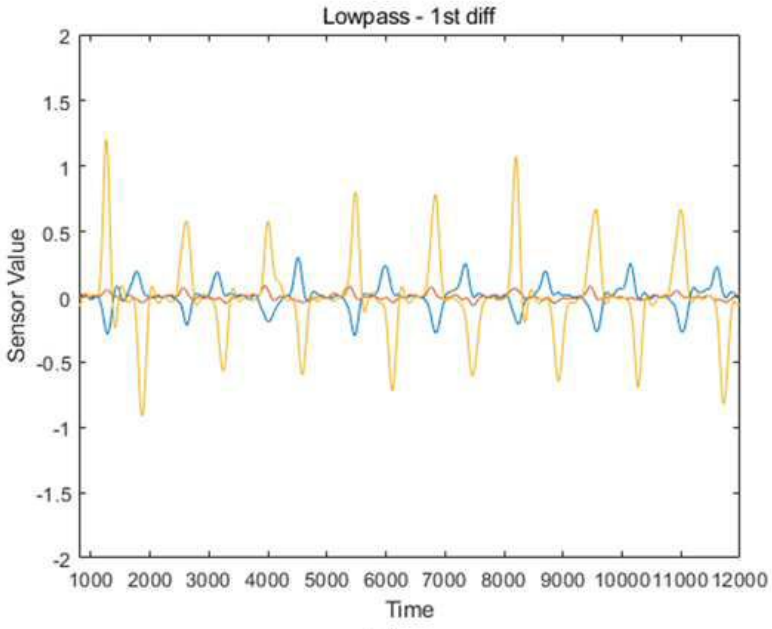
도면6


Sensor 6
Sensor 5
Sensor 4
First order differentiated value
Time (ms)
x 10^3

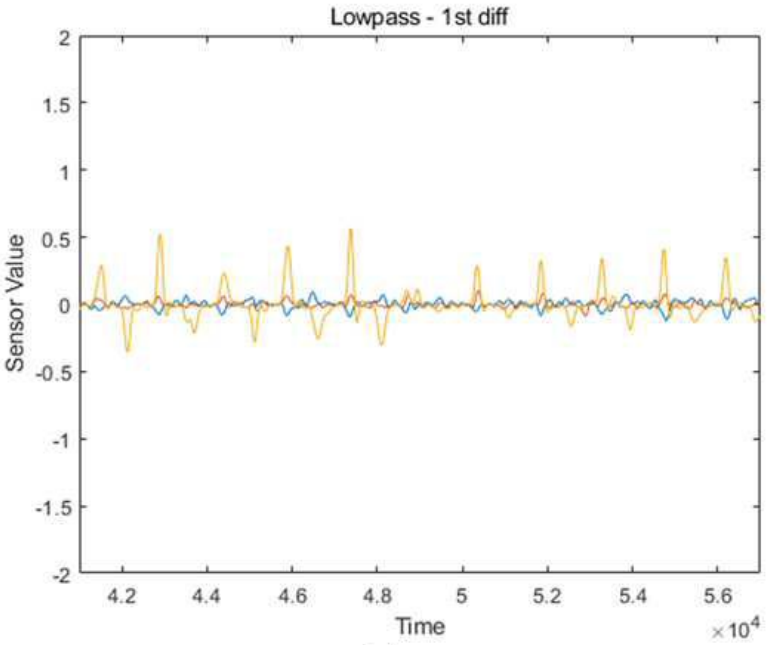
도면7


(a)
(b)

도면8

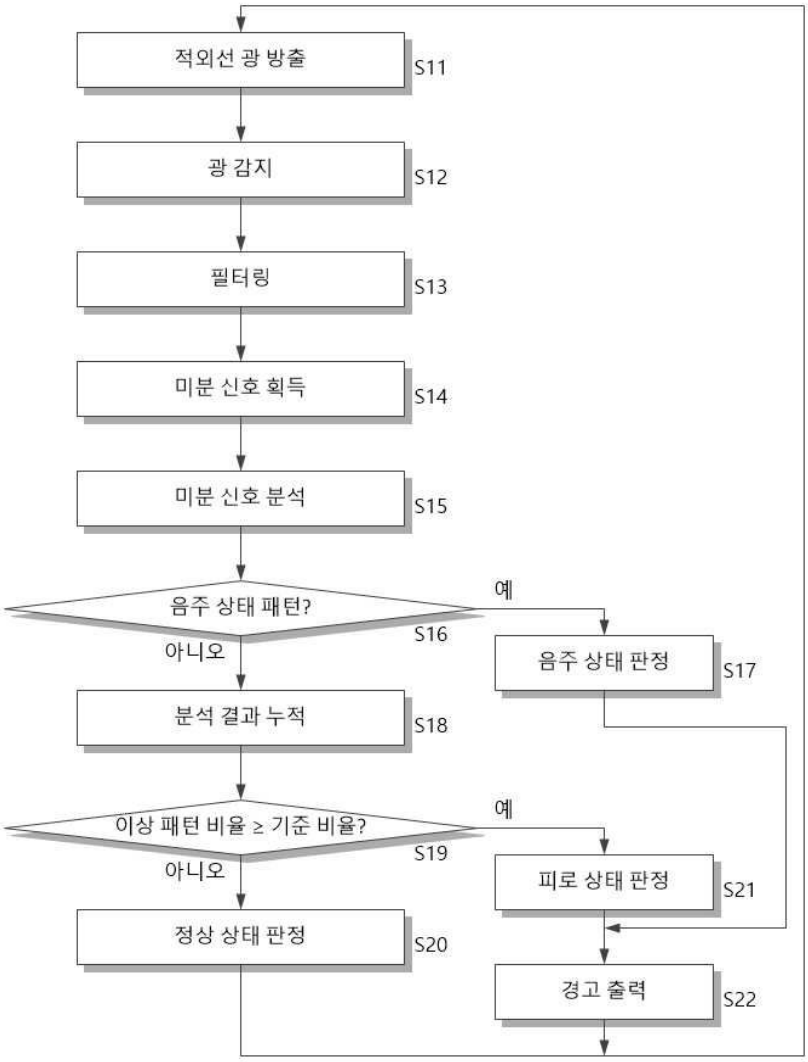

Lowpass - 1st diff
Sensor Value
Time
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000

(a)


Lowpass - 1st diff
Sensor Value
Time
×10^4
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
4.2 4.4 4.6 4.8 5 5.2 5.4 5.6

(b)

도면9


적외선 광 방출
S11
광 감지
S12
필터링
S13
미분 신호 획득
S14
미분 신호 분석
S15
음주 상태 패턴?
S16
예
음주 상태 판정
S17
아니오
분석 결과 누적
S18
이상 패턴 비율 ≥ 기준 비율?
S19
예
피로 상태 판정
S21
아니오
정상 상태 판정
S20
경고 출력
S22