

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0096275
(43) 공개일자 2022년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/11 (2006.01)

G01J 5/00 (2022.01) G01J 5/48 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/4806 (2013.01)

A61B 5/1116 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0188558

(22) 출원일자 2020년12월30일

심사청구일자 2020년12월30일

(71) 출원인

동서대학교 산학협력단

부산광역시 사상구 주례로 47(주례동,
동서대학교)

(72) 발명자

김동찬

부산광역시 북구 화명신도시로 255 율리마을주공
아파트 304동 406호

이지수

부산광역시 금정구 범어천로21번길 13 송림빌라
102호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김석계

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템

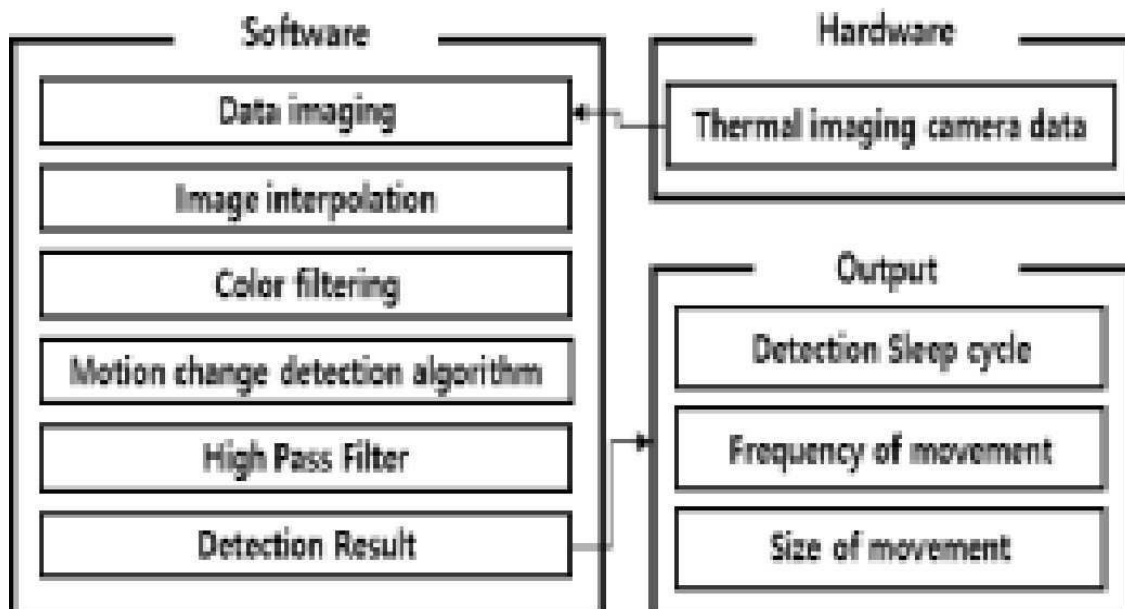
(57) 요약

본발명은 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템에 관한 것으로, 사용자의 열화상 데이터를 측정하는 열화상카메라;와

라즈베리파이(Raspberry Pi);로 구성되어, 수면 집중도를 검출하는 것으로,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



상기 라즈베리파이(Raspberry Pi)는

열화상카메라로 측정된 원 데이터를 이미지로 나타내는 이미지부;

상기 이미지를 실제 사람모습에 가깝게 나타내기 위한 이미지처리부;

움직임의 변화량을 추출하기 위해 컬러 필터링을 적용하는 컬러 필터링부;

잡음제거용 high filter;

움직임 변화감지 알고리즘부;

자세별 데이터를 출력하는 결과출력부;

제어부;로 이루어지는 것으로,

수면 중 나타나는 움직임의 크기와 빈도, 수면 주기를 검출할 수 있으며 이를 통해 사용자의 비정상 수면 패턴을 검출할 수 있으므로 수면 중 몸에 별도의 하드웨어를 착용하지 않은 무구속적인 방법으로 사용자의 자세 변화에 관계없이 사용자의 수면 집중도를 나타낼 수 있고, 무구속적인 형태로도 사용자의 수면 중 나타나는 움직임을 검출할 수 있으며, 열화상 카메라를 통해 촬영한 데이터의 변화량에 따라 수면 중 나타나는 몸의 움직임에 대한 정보를 측정할 수 있으며 최종적으로 수면 시간 동안의 전체적인 수면 집중도를 판단이 가능하며 사용자의 심한 움직임에도 큰 영향을 받지 않아도 된다는 현저한 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/1128 (2013.01)

A61B 5/4815 (2013.01)

A61B 5/4818 (2013.01)

A61B 5/7203 (2013.01)

A61B 5/7282 (2021.01)

G01J 5/48 (2022.01)

G01J 2005/0077 (2013.01)

정도운

부산광역시 해운대구 대천로 205 벽산1차아파트
106동 1802호

(72) 발명자

서지윤

부산광역시 부산진구 초연로 11 연지자이2차아파트
213동 1002호

정상중

부산광역시 강서구 명지국제5로 60 에일린의뜰 11
3동 1704호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711122927

과제번호 1711122927

부처명 과학기술정보통신부, 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 실험실 특화형 창업선도대학

연구과제명 실험실 특화형 창업선도대학

기 여 율 1/1

과제수행기관명 동서대학교

연구기간 2020.05.01 ~ 2023.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 열화상 데이터를 측정하는 열화상카메라;와
라즈베리파이(Raspberry Pi);로 구성되어, 수면 집중도를 검출하는 것으로,
상기 라즈베리파이(Raspberry Pi)는
열화상카메라로 측정된 원 데이터를 이미지로 나타내는 이미지부;
상기 이미지를 실제 사람모습에 가깝게 나타내기 위한 이미지처리부;
움직임의 변화량을 추출하기 위해 컬러 필터링을 적용하는 컬러 필터링부;
잡음제거용 high filter;
움직임 변화감지 알고리즘부;
자세별 데이터를 출력하는 결과출력부;
제어부;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 결과출력부의 결과는 수면주기, 움직임빈도, 또는 움직임 크기인 것을 특징으로 하는 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 결과출력부의 결과에 의해 사용자의 비정상 수면 패턴을 검출하는 것을 특징으로 하는 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본발명은 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수면 중 나타나는 움직임의 크기와 빈도, 수면 주기를 검출할 수 있으며 이를 통해 사용자의 비정상 수면 패턴을 검출할 수 있으므로 수면 중 몸에 별도의 하드웨어를 착용하지 않은 무구속적인 방법으로 사용자의 자세 변화에 관계없이 사용자의 수면 집중도를 나타낼 수 있고, 구속적이지 않은 형태로 사용자의 수면 중 나타나는 움직임을 검출할 수 있으며, 열화상 카메라를 통해 촬영한 데이터의 변화량에 따라 수면 중 나타나는 몸의 움직임에 대한 정보를 측정할 수 있으며 최종적으로 수면 시간 동안의 전체적인 수면 집중도를 판단이 가능하며 사용자의 심한 움직임에도 큰 영향을 받지 않아도 되는 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 수면은 인간의 전체 삶 중 1/3을 차지하며 나머지 2/3의 시간을 원활하게 활동하기 위해 취하는 행동으로 인간에게 있어 가장 중요한 휴식 시간이라고 할 수 있다. 하지만 대다수의 사람들이 불규칙한 수면 패턴, 일상생활에서의 스트레스 그리고 식습관 등 다양한 문제로 인해 수면 장애를 겪는다. 수면 장애를 겪는 사람들은 수면 후에도 피곤함이 지속되어 피로가 풀리지 않는 느낌을 받게 되며 결과적으로 일상생활에 큰 영향을 미치게 된다.

[0003] 이러한 수면 장애는 다른 질병과는 달리 다른 사람의 도움이 없다면 본인이 인지할 수 없으며, 병원에서의 검사를 통해 진단 및 치료를 하게 된다. 수면 장애의 진단과 치료를 받기 위해 병원에서는 수면 다원 검사를 하게 되는데, 해당 검사는 일정 기간 병원에 내원하여 수면 중 나타나는 여러 증상을 확인해야 한다. 또한 기존에 수

면 장애를 검출하기 위해 불면증 또는 수면 무호흡증 등의 수면 장애와 수면 자세 검출에 관련된 연구들이 지속되어왔지만 대부분 어떠한 디바이스를 몸에 붙이거나 착용해야하는 불편함이 존재한다.

- [0004] 이의 해결수단으로, 사용자의 수면 패턴 또는 자세, 수면 무호흡 등의 수면 장애 검출을 위하여 가속도 센서를 이용한 수면 자세에 관한 연구, 자이로 센서 등을 이용한 코골이 검출, 폐쇄성 수면 무호흡 검출을 위한 심박동 변이율 분석 등 다양한 방법과 센서를 이용한 연구들이 수행되었다. 하지만 이러한 선행 연구들은 하드웨어를 착용하고 수면을 취해야 하는 구속적인 측정방식과, 큰 수면 자세 변화에 따른 데이터 검출이 쉽지 않다는 한계점이 존재한다.
- [0005] 종래특허기술의 일례로서 공개특허공보 공개번호 10-2016-0126238호에는 깊이 카메라를 이용한 수면 중 호흡률 모니터링 장치에 있어서, 상기 장치는 적외선을 조사하여 깊이 센서로부터 깊이 데이터를 획득하는 깊이 센서부;
- [0006] 상기 획득된 깊이 데이터로부터 ROI를 설정하는 ROI 설정부;
- [0007] 상기 획득된 깊이 데이터에서 노이즈를 제거하기 위한 노이즈 제거부;
- [0008] 상기 노이즈가 제거된 깊이 데이터에서 평균 값을 구하는 깊이 계산부;
- [0009] 상기 계산된 깊이 값에 따라 호흡률 측정 결과를 출력하는 출력부를 포함하는 것을 특징으로 하는 깊이 카메라를 이용한 수면 중 호흡률 모니터링 장치가 공개되어 있다.
- [0010] 또한 등록특허공보 등록번호 10-1916631호에는 환자가 사용하는 환자용 침대가 위치한 거주실에 구비되며, 상기 환자용 침대가 위치한 침대영역 및 상기 거주실 내의 상기 환자용 침대를 제외한 나머지 영역인 외부영역을 촬영하여 촬영데이터를 생성하는 열화상카메라;
- [0011] 상기 열화상카메라에 의해 촬영된 상기 촬영데이터를 통해 환자의 낙상 여부를 판단하고, 낙상판단데이터를 생성하는 중앙처리부; 및 상기 중앙처리부와 통신을 수행하여 상기 촬영데이터 및 상기 낙상판단데이터 중 적어도
- [0012] 어느 하나 이상을 수신하는 메인서버;를 포함하며, 상기 중앙처리부는, 상기 촬영데이터를 통해 상기 침대영역 및 상기 외부영역에 사람이 동시에 위치하고 있는 것으로 판단된 경우, 상기 메인서버에 경보가 전달되지 않도록 경보를 차단하는 낙상 감지장치가 공개되어 있다.
- [0013] 그러나 상기 종래기술들은 조작이나 사용이 어려우며 수면 시간 동안의 전체적인 수면 집중도 판단이 부정확하며 사용자의 심한 움직임에도 영향을 받는 단점이 여전히 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 따라서 본발명은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 안출된 것으로, 기존에 존재하는 불편함을 최소화 하며 구속적이지 않은 형태로 사용자의 수면 중 나타나는 움직임을 검출할 수 있는 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템을 구현하며, 구현된 시스템은 열화상 카메라를 통해 촬영한 데이터의 변화량에 따라 수면 중 나타나는 몸의 움직임에 대한 정보를 측정할 수 있으며 최종적으로 수면 시간 동안의 전체적인 수면 집중도를 판단이 가능한 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본발명은 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템에 관한 것으로, 사용자의 열화상 데이터를 측정하는 열화상카메라;와
- [0016] 라즈베리파이(Raspberry Pi);로 구성되어, 수면 집중도를 검출하는 것으로,
- [0017] 상기 라즈베리파이(Raspberry Pi)는 열화상카메라로 측정된 원 데이터를 이미지로 나타내는 이미지부;
- [0018] 상기 이미지를 실제 사람모습에 가깝게 나타내기 위한 이미지처리부;
- [0019] 움직임의 변화량을 추출하기 위해 컬러 필터링을 적용하는 컬러 필터링부;
- [0020] 잡음제거용 high filter;
- [0021] 움직임 변화감지 알고리즘부;

- [0022] 자세별 데이터를 출력하는 결과출력부;
- [0023] 제어부;로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 따라서 본발명은 수면 중 나타나는 움직임의 크기와 빈도, 수면 주기를 검출할 수 있으며 이를 통해 사용자의 비정상 수면 패턴을 검출할 수 있으므로 수면 중 몸에 별도의 하드웨어를 착용하지 않은 무구속적인 방법으로 사용자의 자세 변화에 관계없이 사용자의 수면 집중도를 나타낼 수 있고, 무구속적인 형태로도 사용자의 수면 중 나타나는 움직임을 검출할 수 있으며, 열화상 카메라를 통해 촬영한 데이터의 변화량에 따라 수면 중 나타나는 몸의 움직임에 대한 정보를 측정할 수 있으며 최종적으로 수면 시간 동안의 전체적인 수면 집중도를 판단이 가능하며 사용자의 심한 움직임에도 큰 영향을 받지 않아도 된다는 현저한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본발명의 시스템 구성도(System configuration diagram)
- 도 2는 본발명의 AMG8833 센서사진
- 도 3은 본발명의 Raspberry Pi 3 B+사진
- 도 4는 본발명의 시스템 알고리즘(System Algorithm)플로우차트
- 도 5는 본발명의 원데이터를 이미지처리한 구성도(Apply original data imaging and interpolation)
- 도 6은 본발명의 컬러 필터링(Color filtering)적용 일레드
- 도 7은 본발명의 잡음제거 전후 과정도(Noise reduction result)
- 도 8은 본발명의 자세별 데이터 출력 결과도(Comparison of measured posture)
- 도 9는 본발명의 움직임의 크기별 변화량 측정도(Change amount by movement size)
- 도 10은 본발명의 시스템 구성도(System implemented)
- 도 11은 본발명의 수면중 움직임 변화량이 나타난 부분을 제외한 나머지는 0의 값으로 변환하여 출력한 그래프(Detect the magnitude and frequency of movement)

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본발명은 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템에 관한 것으로, 사용자의 열화상 데이터를 측정하는 열화상카메라;와
- [0027] 라즈베리파이(Raspberry Pi);로 구성되어, 수면 집중도를 검출하는 것으로,
- [0028] 상기 라즈베리파이(Raspberry Pi)는
- [0029] 열화상카메라로 측정된 원 데이터를 이미지로 나타내는 이미지부;
- [0030] 상기 이미지를 실제 사람모습에 가깝게 나타내기 위한 이미지처리부;
- [0031] 움직임의 변화량을 추출하기 위해 컬러 필터링을 적용하는 컬러 필터링부;
- [0032] 잡음제거용 high filter;
- [0033] 움직임 변화감지 알고리즘부;
- [0034] 자세별 데이터를 출력하는 결과출력부;
- [0035] 제어부;로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 또한, 상기 결과출력부의 결과는 수면주기, 움직임빈도, 또는 움직임 크기인 것을 특징으로 한다.
- [0037] 또한, 상기 결과출력부의 결과에 의해 사용자의 비정상 수면 패턴을 검출하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 본발명을 첨부도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다.

- [0039] 본발명의 전체 시스템 구성도로서 본 발명에서 구현된 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템에서는 하드웨어인 Raspberry Pi 기반의 AMG8833 열화상 카메라를 사용하여 사용자의 열화상 데이터를 측정한다. 측정된 데이터는 소프트웨어의 데이터 처리부를 거쳐 움직임의 크기와 빈도, 수면 주기를 출력한다.
- [0040] 상기 열화상 카메라 모듈은 Panasonic Inc.의 AMG8833으로 해당 센서는 적외선 센서로부터 측정된 0℃ ~ 80℃ 범위의 온도를 총 64개의 데이터, 8x8 배열로 나타내며 I2C 통신을 사용한다.
- [0041] 또한 본발명의 Raspberry Pi에 대해 설명하면, 열화상 카메라와 Python 기반의 Opencv 영상처리 기법 적용을 위해 raspberry pi 3 model B+를 사용하였다.
- [0042] 그리고 본발명에 적용된 움직임 변화량 검출 알고리즘은 열화상 카메라의 데이터를 통해 사용자의 수면 중 움직임에 따른 변화량을 검출하기 위한 알고리즘을 도 4에 나타내었다.
- [0043] 구현된 알고리즘에서는 열화상 카메라로 측정된 8x8 배열의 데이터를 이미지로 나타낸 후 보간법과 영상처리 기법을 통해 시간대별 수면 집중도를 나타낸다. 원 데이터로 구성된 최초의 이미지는 구간별 경계가 뚜렷하기 때문에 데이터 분석이 어렵다. 따라서 이미지 보간법을 이용하여 실제 사람의 모습과 유사하게 나타낼 수 있도록 한다. 이 후 움직임 검출에 불필요한 데이터를 제거하기 위해 Opencv를 이용한 컬러 필터링을 적용시켜 빨간색을 제외한 모든 색을 0의 값인 검은색으로 바꾼다. 빠른 데이터 연산을 위해 컬러 필터링을 적용시킨 이미지를 120x120 크기로 변경하고, 검은색을 제외한 색의 픽셀 개수를 리스트에 저장한다. 저장된 리스트에서 측정된 데이터의 잡음과 미세한 움직임을 제거하기 위해 현재 값과 이전 값의 차이에 140의 임계점을 두어 임계점 이하 값을 제거하는 High-Pass Filter를 제작하여 적용한 후 변화량을 계산한다. 계산된 변화량을 통해 사용자의 수면 주기, 움직임의 크기와 빈도를 이용하여 비정상적인 수면 패턴 검출이 가능하다.
- [0045] 본발명의 센서 데이터 및 이미지 처리에 대해 설명하면, 사용자의 수면 자세를 판별하기 위해 열화상 카메라로부터 측정된 8x8 배열의 데이터를 이미지로 나타내었다. 생성된 이미지는 구간별 경계가 뚜렷하여 데이터 측정이 어렵다. 따라서 Opencv를 이용하여 이미지 보간법을 적용시킨 후 사람의 형태와 유사하게 나타낸 결과 공기 중에 노출되는 얼굴은 빨간색 계열, 나머지는 해당 온도에 따라 그 이하의 색으로 출력되었다. 다음 도 5는 위 과정을 나타낸 일례이다.
- [0046] 또한, 움직임의 변화량을 추출하기 위해 Opencv를 이용하여 컬러 필터링을 적용한다. 체온이 측정되는 빨간색을 제외한 그 이하의 색을 제거하여 0으로 만든 후 얼굴 부분인 빨간색의 픽셀 개수를 추출하여 움직임 변화량을 측정한다. 다음 도 6은 컬러 필터링 적용 일례이다.
- [0047] 위 처리과정을 거친 후 움직임 변화량 데이터를 측정하였다. 측정된 데이터는 잡음과 미세한 움직임이 포함되어 있어 정확한 결과 측정이 어렵기 때문에 잡음 제거를 위한 High-Pass Filter를 설계 하였다. 필터 적용 범위를 측정하기 위해 가만히 있을 때의 오차를 검출하였으며 센서의 잡음과 사람의 미세한 움직임에 따라 약 140의 픽셀 변화량이 나타났고 이에 따라 임계 값을 140으로 지정하여 적용시켰다. 다음 도 7에 잡음 제거 전 후 과정을 나타내었다.
- [0049] 도 7의 결과를 통해 사용자의 움직임에 따른 변화량을 측정할 수 있으며 시간 단위로 데이터를 축적하여 최종적으로 얼마나 양질의 수면을 취했는지 확인할 수 있다.
- [0050] 자세별 데이터 출력 결과를 설명하며, 도 8은 실제 정, 좌, 우 자세와 구현된 시스템으로 측정한 자세별 픽셀의 변화를 비교한 일례이다.
- [0051] 그리고 움직임의 크기별 변화량 측정, 대해 설명하면, 움직임의 크기를 검출하기 위해 2분 동안 임의로 몸을 뒤척여 움직임의 크기별 변화량을 측정하는 실험을 진행하였다. 다음 도 9에 해당 실험의 결과를 나타내었다.
- [0052] 위 도 8의 실험 결과 움직이지 않은 (a)에서는 변화량이 0, 작은 움직임을 취한 (b)는 약 130이하의, 큰 움직임을 취한 (c)는 약 180 이상의 값이 출력되었다. 해당 실험을 통해 임계 값을 180으로 설정하여 움직임 변화량의 크기를 판단한다.
- [0053] 다른 실시례로서, 열화상카메라는 주위의 소음, 빛, 습도에 영향을 받기쉬우므로 제어부는 이에 대한 보정을 하며, 가중치를 곱하여 결과를 도출할 수 있다. 곧 주위 소음이 높은 경우와 낮은 경우의 수면집중도는 소음이 높은 경우 숙면을 취하기 어려우므로 1이상의 가중치를 곱하여 계산한다. 그리고 습도도 적정상대습도 가령, 45 ~ 55%를 벗어나면 너무 건조하거나 습하여 숙면을 이루기 어려우므로 1이상의 가중치를 곱한다. 빛도 일정 력스 이상의 빛이 실내에 비출 경우에도 숙면을 이루기 어려우므로 1이상의 가중치를 곱한다. 한편, 본발명의 집중도 검출시스템은 열화상카메라의 장점을 이용하여, 여러명을 동시에 수면 집중도 검출이 가능하므로 2인 이상이 수

면시 다른 사람에 의해 수면이 방해받기 쉬우므로, 1이상의 가중치를 곱하여 적절한 결과치를 도출한다. 제어부는 특히 2인 이상의 경우 동일 시간대, 동일조건에서 상호결과치를 비교할 수 있으므로, 사용자는 더 정확하고 공신력있는 결과치를 얻게 된다.

[0054] 본발명의 실험 및 결과에 대해 설명하면 아래와 같다.

[0055] 본 발명에서는 열화상 카메라를 이용한 수면 집중도 검출 시스템을 구현하였으며 실제 움직임 변화와 비교하여 구현된 시스템의 성능평가를 진행하였다. 다음 도 10에 구현된 시스템을 이용한 실험 일례를 나타내었다.

[0056] 구현된 시스템의 성능평가를 위해 열화상 카메라로부터 획득한 사용자의 움직임 데이터를 실제 움직임과 비교하는 시스템 정확도 검출 실험을 진행하였다. 실험은 6명의 일반인을 대상으로 구현된 시스템을 이용하여 3분 동안 측정하였다. 실험자1, 2는 가만히, 실험자3, 4는 작은 움직임 20회, 실험자5, 6은 큰 움직임 20회를 취하게 하였으며 시스템 측정 결과와 실제 몸을 뒤척인 횟수를 비교하였다. 실험 결과 95%의 검출 결과가 나타났으며, 표1에 해당 실험의 결과를 나타내었다.

표 1

[0057]

Sub.	real movement	system	Accuracy
1	0	0	100%
2	0	0	100%
3	20	18	90%
4	20	17	85%
5	20	20	100%
6	20	19	95%
Avg.			95%

[0058] 표1. Accuracy detection result

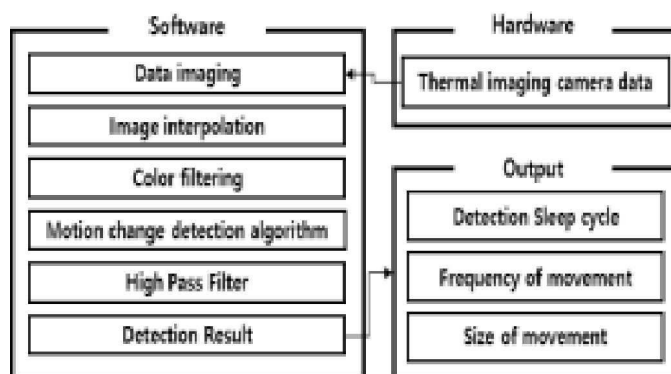
[0059] 그러므로 수면 중 시간별 움직임의 크기와 빈도 검출 결과에 대해 설명하면, 사람의 수면은 N-REM수면과 REM 수면으로 이루어져 있으며 80~100분 주기로 반복된다. REM 수면단계에서는 움직임이 비교적 적은 편이며 N-REM 수면단계에서는 움직임이 많다는 연구 결과를 참고하여 실제 6시간의 수면을 취하는 동안 측정한 데이터를 REM수면과 N-REM 수면 주기의 평균 시간인 90분으로 나누어 분석하였다. 또한 수면 중 움직임의 크기와 빈도를 검출하기 위해 움직임 변화량이 나타난 부분을 제외한 나머지는 0의 값으로 변환하여 출력한다. 출력장치는 모니터, 디스플레이화면, 프린터 등이다. 다음 도 11에 그 결과를 나타내었다.

[0060] 위 도 11의 실험을 분석한 결과 REM 수면단계와 NREM 수면 단계의 주기인 약 90분 주기로 움직임의 차이가 나타났다. 또한, 움직임 빈도 검출 결과 첫 번째 구간(a) 8회, 두 번째 구간(b) 0회, 세 번째 구간(c) 10회, 네 번째 구간(d) 0회로 총 18회의 움직임이 검출되었으며, 이 중 작은 움직임은 7회 큰 움직임은 11회로 나타났다. 수면 중 움직임에 대한 데이터로 수면 단계와 수면의 질을 판단할 수 있다는 기존 연구에 따라 검출된 사용자의 수면 주기, 움직임의 크기와 빈도를 정상 수면의 데이터와 비교하여 비정상적인 수면 패턴 검출이 가능하다.

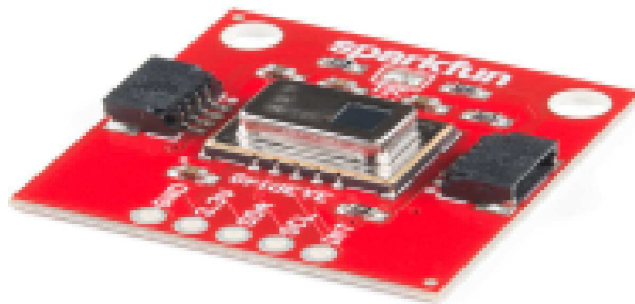
[0061] 그러므로 본 발명에서는 8x8 배열의 열화상 카메라 모듈과 Python 기반의 Opencv 영상처리 기법을 적용하여 열화상 카메라를 사용한 수면 집중도 검출 시스템을 구현하였다. 센서로부터 측정한 데이터를 보간법 및 컬러 필터링을 통해 재구성하였다. 해당 이미지에서 검출된 빨간색 픽셀(열이 감지된 부분인 얼굴)의 개수 변화량을 측정한 후 센서 잡음 및 미세한 움직임을 제거할 수 있도록 HPF를 설계하여 적용시켰다. 필터를 적용시킨 데이터를 통해 수면 중 사용자의 뒤척임 정도를 측정하였으며 수면 시간을 수면 주기인 90분으로 나누어 수면 집중도 분석을 진행한 결과 REM 수면과 N-REM 수면의 평균 주기인 90분과 유사하게 나타났다. 이 후 본 발명에서 구현된 시스템을 사용하여 시스템 정확도 검출 실험을 진행한 결과 95%의 검출 정확도가 나타났다. 검출된 정보를 종합하여 수면 중 나타나는 움직임의 크기와 빈도, 대략적인 수면 주기를 검출할 수 있으며 이를 통해 사용자의 비정상 수면 패턴을 검출할 수 있다. 본 발명의 연구 결과를 통해 사용자의 자세 변화에 관계없이, 무구속적인 방법으로 사용자의 수면 집중도를 나타낼 수 있다.

도면

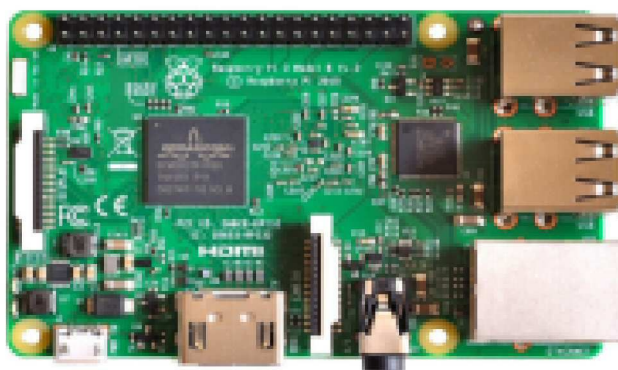
도면1



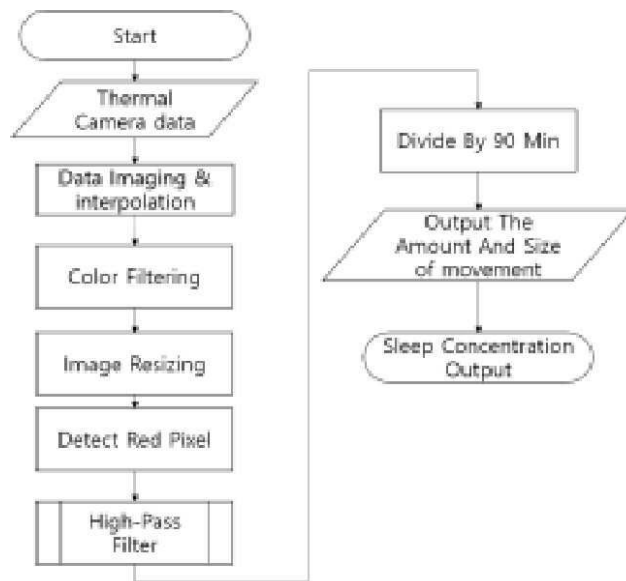
도면2



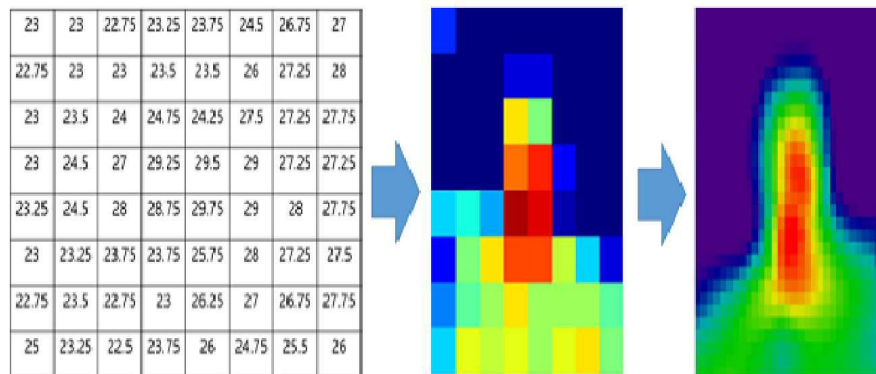
도면3



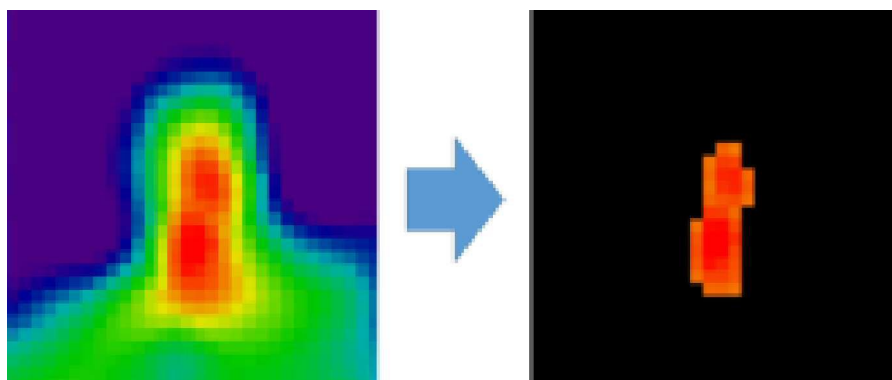
도면4



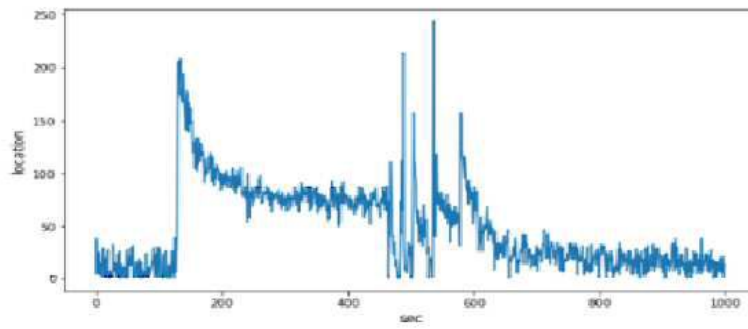
도면5



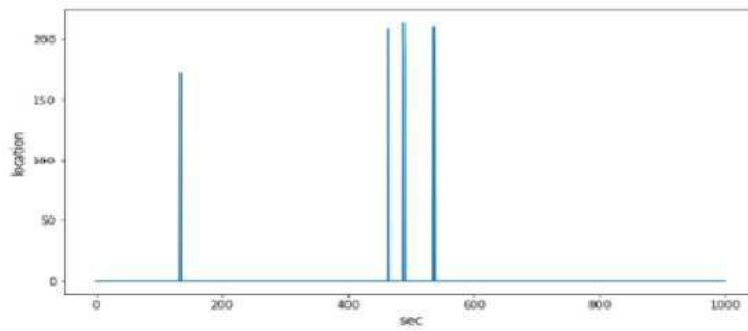
도면6



도면7

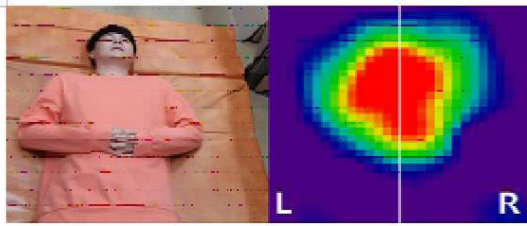


(a) Original data

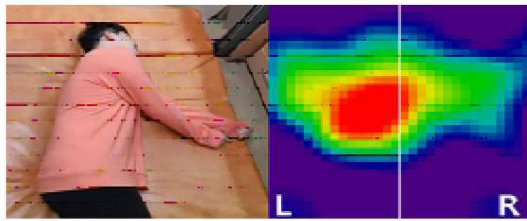


(b) Filtering data

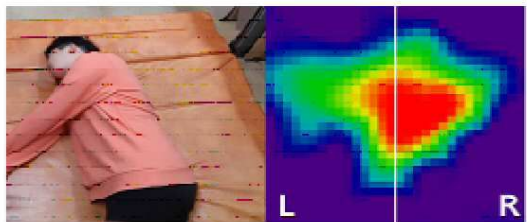
도면8



(a) Static Lying Posture

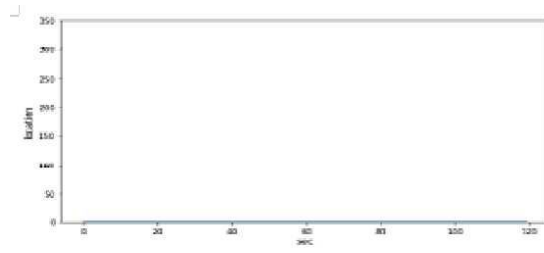


(b) Left Lying Posture

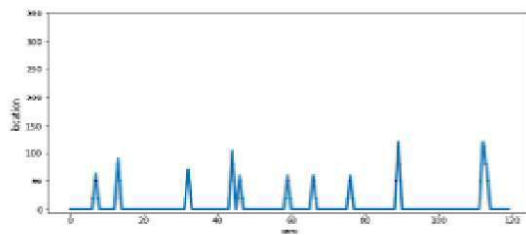


(c) Right Lying Posture

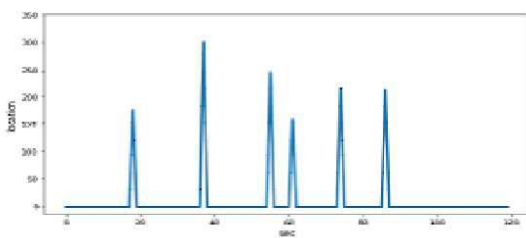
도면9



(a) Not moving

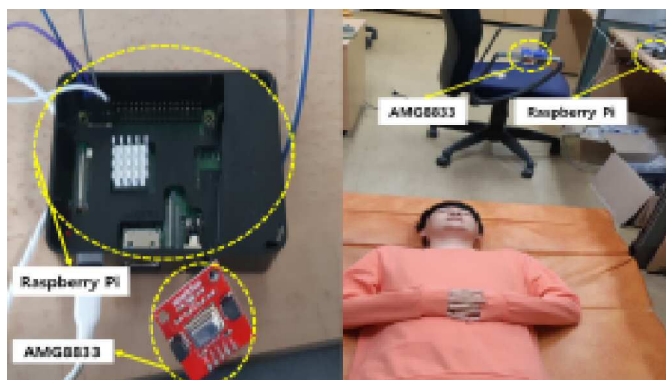


(b) Small movement

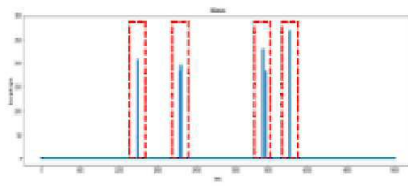


(c) Big movement

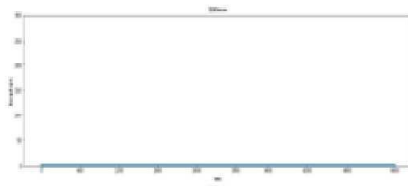
도면10



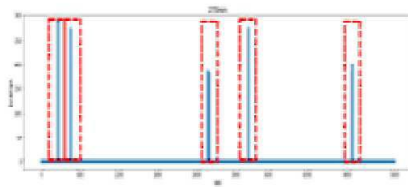
도면11



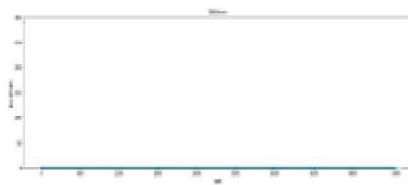
(a) 0 ~ 90 min



(b) 90 ~ 180 min



(c) 180 ~ 270 min



(d) 270 ~ 360 min