



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0110391

(43) 공개일자 2024년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/16 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)

A61B 5/024 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/165 (2013.01)

A61B 5/02438 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0002407

(22) 출원일자 2023년01월06일

심사청구일자 2023년01월06일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)

(72) 발명자

구충완

인천광역시 연수구 아트센터대로97번길 20 (송도동, 송도 더샵 그린워크 3차)

최유진

경기도 광명시 하안로 237 (하안동, 하안8단지주공아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

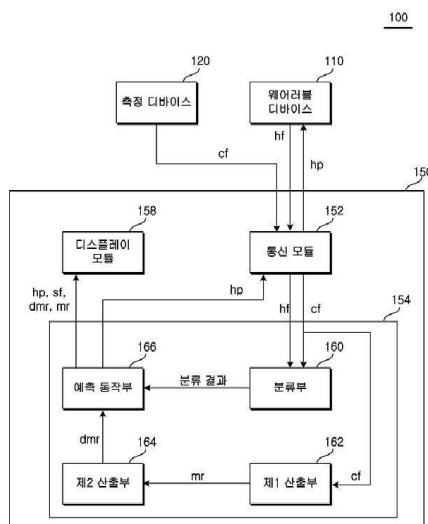
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 위험군 기반 개인맞춤형 열 스트레스 모니터링 시스템 및 그 동작방법

(57) 요약

본 발명은, 작업자가 착용한 웨어러블 디바이스, 상기 작업자의 신체 매개 변수를 측정하는 측정 디바이스 및 상기 웨어러블 디바이스에 저장된 상기 작업자의 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류하고, 상기 신체 매개 변수로 산출한 상기 작업자의 신진대사율 및 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량을 산출하고, 상기 작업자가 분류된 위험군 그룹에 설정된 그룹 열 스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하여, 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 모니터링 장치를 포함하는 열스트레스 모니터링 시스템을 제공한다.

대표도 - 도1

(52) CPC특허분류

A61B 5/4866 (2013.01)

A61B 5/6801 (2013.01)

A61B 2503/20 (2013.01)

(72) 발명자

서승원

인천광역시 미추홀구 석정로 383-17 (주안동, 백운빌라)

이준수

인천광역시 연수구 인천타워대로132번길 9 (송도동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711164920

과제번호 2020R1C1C1004147

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)

연구과제명 리빙랩 기반 디지털 전환을 통한 재실자 중심의 인텔리전트 공유오피스 시설경영시스템 구현과 적용 (iFMS-OCS)

기 여 율 1/1

과제수행기관명 인천대학교 산학협력단

연구기간 2020.03.01 ~ 2025.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

작업자가 착용한 웨어러블 디바이스;

상기 작업자의 신체 매개 변수를 측정하는 측정 디바이스; 및

상기 웨어러블 디바이스에 저장된 상기 작업자의 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류하고, 상기 신체 매개 변수로 산출한 상기 작업자의 신진대사율 및 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량을 산출하고, 상기 작업자가 분류된 위험군 그룹에 설정된 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하여, 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 모니터링 장치를 포함하는,

열스트레스 모니터링 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 작업자가 상기 작업장에 출입하기 이전에,

상기 측정 디바이스는,

상기 작업자의 나이, 키, 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 포함하는 상기 신체 매개 변수를 측정하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 모니터링 장치는,

상기 웨어러블 디바이스 및 상기 측정 디바이스와 통신을 수행하는 통신 모듈; 및

상기 작업자의 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하고, 상기 신체 매개 변수로 산출한 상기 신진대사율 및 상기 과거 신진대사율에 따른 상기 신진대사율 변화량을 산출하고, 상기 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표를 예측하여, 상기 웨어러블 디바이스로 송신되게 상기 통신 모듈을 제어하는 제어 모듈을 포함하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 통신 모듈은,

상기 측정 디바이스 및 상기 웨어러블 디바이스와 저전력 통신망(LORA) 또는 블루투스 통신을 수행하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제어 모듈은,

상기 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하는 분류부;

상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 신진대사율을 산출하는 제1 산출부;

상기 신진대사율 및 상기 과거 신진대사율에 따른 상기 신진대사율 변화량을 산출하는 제2 산출부; 및

상기 분류부의 분류된 위험군 그룹에 대응하는 상기 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표를 예측하여 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 예측 동작부를 포함하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 분류부는,

상기 심박수 정보에 따른 심박수 변화량 및 상기 신체 매개 변수에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 분류부는,

상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류하고,

상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우,

상기 예측 동작부는,

상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우,

상기 예측 동작부는,

상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측하는,

열 스트레스 모니터링 시스템.

청구항 10

모니터링 장치가, 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 측정 디바이스로부터 측정된 상기 작업자의 신체 매개 변수 및 작업자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 저장된 상기 작업자의 심박수 정보를 수신하는 단계;

상기 모니터링 장치가, 상기 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류하는 단계;

상기 모니터링 장치가, 상기 신체 매개 변수로 상기 작업자의 신진대사율을 산출하는 단계;

상기 모니터링 장치가, 상기 신진대사율 및 상기 작업자의 과거 신진대사율에 다른 신진대사율 변화량을 산출하는 단계; 및

상기 모니터링 장치가, 상기 작업자가 분류된 위험군 그룹에 설정된 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하여, 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 단계를 포함하는,

열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법..

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하는 단계는,

상기 심박수 정보에 따른 심박수 변화량 및 상기 신체 매개 변수에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하는,

열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하는 단계는,

상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류하고,

상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류하는,

열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 단계는,

상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우, 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측하고,

상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우, 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측하는,

열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 위험군 기반 개인맞춤형 열 스트레스 모니터링 시스템 및 그 동작방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 작업장에서 작업하는 작업자들 각각에 대하여 고위험군 및 저위험군으로 분류하여, 분류된 위험군에 따라

[0001]

열 스트레스 정도를 모니터링하여, 사고 위험을 낮출 수 있는 위험군 기반 개인맞춤형 열 스트레스 모니터링 시스템 및 그 동작방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 열 스트레스는 온도, 습도, 운동 부하, 그리고 기후에 대한 적응의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 섭씨 25도 이상의 더운 환경에서는 인체는 땀을 흘려 땀의 증발에 의해 피부의 열을 빼앗는 메커니즘으로 열 균형을 맞추려 한다. 이 메커니즘의 효율성은 환경적으로 습도에 의지하므로, 높은 습도는 증발로 열을 식히는 메커니즘의 효율성을 떨어뜨린다.
- [0003] 또한 의복의 상태로 피부 주위의 공기 흐름을 제한하기 때문에 이 메커니즘의 효율성에 밀접한 관련을 갖는다.
- [0004] 열 스트레스에 의한 인체의 유해성은 건강에 즉시적인 영향이나 만성적인 영향을 불러온다. 즉시적인 영향의 예로는 열사병, 탈진, 경련, 혼미해지는 것 등이 있고, 만성적인 영향의 예로는 열을 참지 못하게 되거나 고혈압, 심장근 손상, 성욕 감쇠나 발기 부전 등이 있다.
- [0005] 대표적인 열 스트레스 관련된 위험한 직종으로는 경찰관, 군인, 농부, 건설 근로자, 용광로 근로자 등이 있다.
- [0006] 산불을 포함한 화재 진압중인 소방관을 비롯한 직업적인 환경 외에도 운동선수들의 훈련과정에서 열 스트레스로 숨지는 경우도 있으며, 폭염 등에 의한 환경적 요인에 의한 열 스트레스로 목숨을 잃는 경우도 많다. 따라서 이러한 직업적 열 스트레스 및 다양한 형태의 위험 상황을 예방하기 위해서는 열 스트레스에 노출된 양을 측정하고 사용자에게 미리 경고를 해줄 방법이 요구된다
- [0007] 특히, 열 스트레스에 노출된 작업장의 경우와 열 스트레스가 큰 작업을 수행하는 경우는 주기적인 열 스트레스의 감지가 필수적으로 요구된다.
- [0008] 일반적으로 사용되고 있는 WBGT(Wet bulb globe temperature) 계측기는 직접적인 열 스트레스의 양을 측정할 수 있는 유용한 장비이다. 이는 자연스럽게 순환되는 젖은 공의 온도와 마른 공의 온도를 비교함으로써 4가지 환경적으로 중요한 요소들 즉, 온도, 상대 습도, 일사량 및 공기의 흐름을 측정할 수 있다. WBGT-인덱스는 더운 환경에서의 근무 규칙인 ISO7243의 열 스트레스 측정 기준으로 사용되어지고 있다.
- [0009] 열 스트레스 모니터링 방식은 주로 작업장에 설치된 WBGT 시스템을 사용하는 것이다. 비록 이러한 시스템이 환경의 영향을 측정할 수는 있지만 각 개인의 업무 부하나 기후 적응도 등이 사람마다 다른 점을 고려하기는 어렵다.
- [0010] 최근들어, 작업장에 투입되기 이전 작업자들의 인바디 정보 및 환경 정보를 기반으로 작업자별로 열에 대한 위험군을 분류하여, 작업자 별로 열 스트레스정도를 모니터링하여, 사고 발생을 예방하기 위한 방법을 연구하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 목적은, 작업장에서 작업하는 작업자들 각각에 대하여 고위험군 및 저위험군으로 분류하여, 분류된 위험군에 따라 열 스트레스 정도를 모니터링하여, 사고 위험을 낮출 수 있는 열 스트레스 모니터링 시스템 및 그 동작방법을 제공함에 있다.
- [0012] 본 개시의 실시예의 목적은 이상에서 언급한 과제에 한정되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시 예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명에 따른 열스트레스 모니터링 시스템은, 작업자가 착용한 웨어러블 디바이스, 상기 작업자의 신체 매개 변수를 측정하는 측정 디바이스 및 상기 웨어러블 디바이스에 저장된 상기 작업자의 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류하고, 상기 신체 매개 변수로 산출한 상기 작업자의 신진대사율 및 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량을 산출하고, 상기 작업자가 분류된 위험군 그룹에 설정된 그룹 열스트레스 신출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 작

업자의 열스트레스 산출지표를 예측하여, 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 모니터링 장치를 포함할 수 있다.

- [0014] 상기 작업자가 상기 작업장에 출입하기 이전에, 상기 측정 디바이스는, 상기 작업자의 나이, 키, 몸무게, 골격 근량, 체수분량 및 체지방량 중 적어도 하나를 포함하는 상기 신체 매개 변수를 측정할 수 있다.
- [0015] 상기 모니터링 장치는, 상기 웨어러블 디바이스 및 상기 측정 디바이스와 통신을 수행하는 통신 모듈 및 상기 작업자의 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하고, 상기 신체 매개 변수로 산출한 상기 신진대사율 및 상기 과거 신진대사율에 따른 상기 신진대사율 변화량을 산출하고, 상기 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표를 예측하여, 상기 웨어러블 디바이스로 송신되게 상기 통신 모듈을 제어하는 제어 모듈을 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 통신 모듈은, 상기 측정 디바이스 및 상기 웨어러블 디바이스와 저전력 통신망(LORA) 또는 블루투스로 통신을 수행할 수 있다.
- [0017] 상기 제어 모듈은, 상기 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하는 분류부, 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 신진대사율을 산출하는 제1 산출부, 상기 신진대사율 및 상기 과거 신진대사율에 따른 상기 신진대사율 변화량을 산출하는 제2 산출부 및 상기 분류부의 분류된 위험군 그룹에 대응하는 상기 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표를 예측하여 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 예측 동작부를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 분류부는, 상기 심박수 정보에 따른 심박수 변화량 및 상기 신체 매개 변수에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0019] 상기 분류부는, 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류하고, 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0020] 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우, 상기 예측 동작부는, 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측할 수 있다.
- [0021] 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우, 상기 예측 동작부는, 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측할 수 있다.
- [0022] 본 발명에 따른 열스트레스 모니터링 시스템의 동작방법은, 모니터링 장치가, 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 측정 디바이스로부터 측정된 상기 작업자의 신체 매개 변수 및 작업자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 저장된 상기 작업자의 심박수 정보를 수신하는 단계, 상기 모니터링 장치가, 상기 심박수 정보 및 상기 신체 매개 변수를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류하는 단계, 상기 모니터링 장치가, 상기 신체 매개 변수로 상기 작업자의 신진대사율을 산출하는 단계, 상기 모니터링 장치가, 상기 신진대사율 및 상기 작업자의 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량을 산출하는 단계 및 상기 모니터링 장치가, 상기 작업자가 분류된 위험군 그룹에 설정된 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하여, 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하는 단계는, 상기 심박수 정보에 따른 심박수 변화량 및 상기 신체 매개 변수에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0024] 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류하는 단계는, 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류하고, 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0025] 상기 웨어러블 디바이스로 송신하는 단계는, 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우, 상기 고위험군 그룹에 속하

는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측하고, 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우, 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표로 예측할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템 및 그 동작방법은, 작업장에 출입하기 이전에 측정한 작업자의 신체 매개 변수를 기반으로 작업자가 고위험군 또는 저위험군인지 분류하고, 작업자의 신진대사율을 예측하며, 분류된 위험군에 따라 작업자의 열스트레스 정도를 예측하도록 함으로써, 작업자의 안전 사고를 미연에 방지할 수 있는 이점이 있다.
- [0027] 또한, 본 발명에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템 및 그 동작방법은, 작업자의 열 스트레스 정도를 나타내는 열스트레스 산출지표를 예측하여 작업자에게 송신함으로써, 작업자가 열스트레스 산출지표에 따라 휴식을 취하여 안전 사고를 방지할 수 있으며, 작업 효율을 증대시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0028] 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

- [0029] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 제어 구성을 나타낸 제어 블록도이다.
- 도 2는 도 1에 나타낸 모니터링 장치의 모니터링 화면에 대한 실시 예를 나타낸 도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 제어 구성을 나타낸 제어 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 6은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 제어 구성을 나타낸 제어 블록도이다.
- 도 7 내지 도 9는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 개시 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 개시가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 개시가 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.
- [0031] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우 뿐만 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.
- [0032] 또한 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.
- [0033] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐만 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0034] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0035] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0036] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수

있다.

- [0037] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 개시의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 제어 구성을 나타낸 제어 블록도이다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 열 스트레스 모니터링 시스템(100)은 웨어러블 디바이스(110), 측정 디바이스(120) 및 모니터링 장치(150)를 포함할 수 있다.
- [0040] 웨어러블 디바이스(110)는 사용자(이하, '작업자'라 칭함)가 착용 또는 소지하는 장치일 수 있으며, 예를 들어, 시계형 기기, 반지형 기기, 목걸이형 기기, 스마트 기기 등일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0041] 여기서, 웨어러블 디바이스(110)는 상기 작업자의 심박수 및 심박수 변화량에 대한 심박수 정보(hf)를 실시간으로 저장할 수 있다.
- [0042] 실시 예에서, 심박수 정보(hf)는 현재 시점 이전의 과거 시점에 상기 작업자가 작업장에서 작업을 진행할때 측정된 심박수 및 심박수 변화량을 포함할 수 있다.
- [0043] 웨어러블 디바이스(110)는 심박수 정보(hf)를 모니터링 장치(150)로 송신할 수 있다.
- [0044] 측정 디바이스(120)는 작업장에 작업자가 출입하기 이전, 예를 들어 작업출입문, 작업 대기실 등과 같이 작업자가 안전 장구를 착용하는 공간에서 작업자의 신체 매개 변수(cf)를 측정할 수 있다.
- [0045] 즉, 측정 디바이스(120)는 예를 들어, 인바디일 수 있으며, 작업자의 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 포함하는 신체 매개 변수(cf)를 측정할 수 있다.
- [0046] 측정 디바이스(120)는 신체 매개 변수(cf)를 측정하여, 상기 작업자를 인식할 수 있는 고유 번호 등과 같이 모니터링 장치(150)로 송신할 수 있다.
- [0047] 이때, 측정 디바이스(120)는 모니터링 장치(150)와 저전력 통신망(LORA)으로 신체 매개 변수(cf) 및 상기 고유 번호를 송신할 수 있다.
- [0048] 모니터링 장치(150)는 통신 모듈(152) 및 제어 모듈(154)을 포함할 수 있다.
- [0049] 통신 모듈(152)는 웨어러블 디바이스(110) 및 측정 디바이스(120)와 통신을 수행할 수 있다.
- [0050] 즉, 통신 모듈(152)은 측정 디바이스(120)로부터 송신된 신체 매개 변수(cf)를 수신하여 제어 모듈(154)로 전달하며, 제어 모듈(154)로부터 전달된 열스트레스 산출지표(hf)를 웨어러블 디바이스(110)로 송신할 수 있다.
- [0051] 실시 예에서, 통신 모듈(152)는 저전력 통신망(LORA)으로 통신을 수행하는 것으로 나타내었으나, 3G, 4G 및 5G 통신 시스템으로 통신을 수행할 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0052] 제어 모듈(154)은 분류부(160), 제1, 2 산출부(162, 164) 및 예측 동작부(166)를 포함할 수 있다.
- [0053] 분류부(160)는 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자가 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹에 속하는지 분류할 수 있다.
- [0054] 즉, 분류부(160)는 설정된 분류모델(classification model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여, 심박수 정보(hf)에 따른 심박수 변화량 및 신체 매개 변수(cf)에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0055] 분류부(160)는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류할 수 있다.
- [0056] 또한, 분류부(160)는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0057] 분류부(160)는 상기 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 상기 작업자를 열 스트레스 위험도를 나타내는 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하도록 함으로서, 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하기 위해 위험군 그룹을 분류할 수 있다.
- [0058] 제1 산출부(162)는 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 작업자의 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0059] 즉, 제1 산출부(162)는 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나

와, 설정된 작업자의 신체 정보, 예를 들어, 성별, 나이, 키 등을 설정된 회귀모델(regression model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.

[0060] 신진대사율(mr)은 작업자의 성별, 나이 및 키에 따라 가변되는 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나에 의해 산출될 수 있다.

[0061] 제2 산출부(164)는 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.

[0062] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량 및 신진대사율(mr)과 바로 직전 산출된 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량에 대한 평균 변화량일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.

[0063] 또한, 신진대사율 변화량(dmr)은 설정된 시간당 신진대사율의 변화량으로써, 신진대사량의 증가를 예측할 수 있다.

[0064] 예측 동작부(166)는 신진대사율 변화량(dmr)을 기반으로 열스트레스 산출지표(hp)를 예측하여 웨어러블 디바이스(110)으로 송신할 수 있다.

[0065] 여기서, 열스트레스 산출지표(hp)는 직장 온도 및 작업 허용 시간 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0066] 상기 직장 온도는 작업자의 직장 내부에 대한 신체 온도일 수 있으며, 상기 작업 허용 시간은 상기 직장 온도에 따라 작업자가 작업을 수행할 수 있는 미래 시간을 나타낼 수 있다.

[0067] 분류부(160)에서 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우, 예측 동작부(166)는 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.

[0068] 또한, 분류부(160)에서 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우, 예측 동작부(166)는 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.

[0069] 즉, 예측 동작부(166)는 신진대사율 변화량(dmr)에 따라 대응하는 상기 직장 온도 및 상기 직장 온도가 설정된 기준 직장 온도에 도달하기까지의 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.

[0070] 예를 들어, 상기 직장 온도가 36 ℃이고, 상기 기준 직장 온도가 38 ℃인 경우, 예측 동작부(166)는 상기 직장 온도가 상기 기준 직장 온도에 도달하기 위해 학습된 온도 상승 시간을 통하여 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.

[0071] 예측 동작부(166)는 상기 직장 온도 및 상기 작업 허용 시간을 포함하는 열스트레스 산출지표(hp)를 웨어러블 디바이스(110)로 송신함으로써, 작업자가 열스트레스 산출지표(hp)를 확인하여 휴식을 취할 수 있도록하여 사고, 즉 온열 질환으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.

[0072] 예를 들어, 예측 동작부(166)는 열스트레스 산출지표(hp)를 사례기반추론(CBR) 방법론으로 사례 데이터베이스에서 검색된 유사 사례들로 예측할 수 있다.

[0073] 아래의 [표 1]에는 테스트 사례에 대한 유사 사례들을 나타낸다.

표 1

구분	독립 변수													종속 변수	
	(1) 환경 정보				(2) 개인 생체 정보		(3) 신체 매개 변수								
	온도 (℃)	상대습도 (%)	복사온도 (℃)	풍속 (m/s)	안장 심박수 (bpm)	심박수 (bpm)	나이	키 (cm)	몸무게 (kg)	체수분량 (kg)	체지방량 (kg)	골격근량 (kg)	체지방률 (%)	직장온도 (℃)	위험 률
테스트 사례	30.5	42.7	30.2	42.7	87	139	20	172	70.1	39.6	16.23	30.37	23.13	36.67	저
검색 사 례1	30.9	43.5	30.3	43.5	86	122	24	174	66.4	39.6	12.53	30.56	18.83	36.62	저
검색 사 례2	31	43.9	30.4	43.9	86	122	24	174	66.4	39.6	12.53	30.56	18.83	36.68	저
검색 사 례3	30.5	49.3	30.2	49.3	84	116	25	176	63.3	40.03	8.96	30.56	14.16	36.02	저
검색 사 례4	30.7	43.4	30.2	43.4	96	121	23	170	61.9	38.46	9.67	29.6	15.6	36.41	저
검색 사 례5	29.9	47.4	30.1	47.4	106	129	19	176	66.7	39.06	13.46	29.7	20.1	36.72	저
검색 사 례6	30.8	46.4	30.1	46.4	82.4	121	18	173	60.9	36.73	10.96	27.93	17.93	36.73	저

[0074]

[0075] 6 건의 유사 사례들의 열스트레스 산출지표(hp)에 포함된 직장 온도들로부터 테스트 사례의 직장 온도는 산술평균, 중앙값, 최빈값, 가중평균 등과 같은 통계적 대표값을 통해 계산될 수 있다. 산술평균으로 계산할 경우에, 테스트 사례의 직장 온도는 36.67 ℃로 추정될 수 있다. 이하에서는 사례기반추론(CBR) 방법론에 대해 잠시 설명한다. 본 발명에서 적용된 사례기반추론(CBR) 방법론은, 사례를 통한 근거 제시라는 장점을 유지하면서 사례기반추론(CBR)의 일반적인 단점인 낮은 정확도와 큰 편차를 개선하기 위해, 일반적으로 높은 정확도와 낮은 편차를 보이는 다른 정량적 예측 기법들인 MRA(Multiple Regression Analysis), ANN(Artificial Neural Network)와, 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm)을 사례기반추론(CBR) 기법에 접목시킨 하이브리드 사례기반추론 방법론(Hybrid CBR)이다.

[0076] 일반적으로 사례기반추론(CBR)은 프로젝트 특성들을 기반으로 하여 프로젝트 상호간 비교분석을 통해 유사도가 높은 프로젝트 사례를 선별하는 방법론이다. CBR 방법론의 핵심은 속성 유사도(attribute similarity, AS), 속성 가중치(attribute weight, AW), 사례 유사도(case similarity, CS)이며, 아래 [수학식 1]과 같은 관계가 있다. 어떤 실제 사례와 테스트 사례 사이의 사례 유사도(CS)는 속성 유사도들(AS)과 속성 가중치들(AW)의 곱들의 합으로서 수치화될 수 있다.

수학식 1

$$\begin{pmatrix} AS_{11} & \cdots & AS_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ AS_{m1} & \cdots & AS_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} AW_1 \\ \vdots \\ AW_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} CS_1 \\ \vdots \\ CS_m \end{pmatrix}$$

[0077]

[0078] 여기서, AS는 속성 유사도, AW는 속성 가중치, CS는 사례 유사도이며, n은 속성의 개수, m은 사례의 개수이다.

[0079] 속성 유사도(AS)는 각각의 프로젝트 특성들, 즉 독립 변수 각각(몇몇 경우에는 종속 변수도 포함할 수 있음)에 대하여, 실제 사례와 테스트 사례 사이의 동일한 종류의 독립 변수들끼리의 차이를 바탕으로 산출된다. 만약 독립 변수의 데이터가 명칭(nominal)이라면, 속성 유사도는 서로 동일할 때에는 1이고 그렇지 않으면 0이다. 만약 독립 변수의 데이터가 숫자(numerical)라면, 속성 유사도(AS)는 다음 [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$f_{AS}(x) = \begin{cases} 100 - \left(\frac{|AV_{Test_Case} - AV_{Retrieved_Case}|}{AV_{Test_Case}} \times 100 \right) & \text{if } f_{AS}(x) \geq MCAS \\ 0 & \text{if } f_{AS}(x) < MCAS \end{cases}$$

[0080]

[0081] f_{AS} 는 속성 유사도 계산식을 의미하고, AV_{Test_Case} 는 테스트 사례의 특정 속성 값이며, $AV_{Retrieved_Case}$ 는 검색된 사례의 특정 속성 값이다. f_{AS} 는 속성이 유사할수록 100%에 가까운 값을 가진다. MCAS는 속성 유사도의 수치화를 위한 최소 기준(minimum criterion for scoring the attribute similarity)으로, 속성 유사도가 MCAS보다 높아야만 그 속성 유사도 값이 유효하게 유지되고, 그렇지 않으면 그 값은 버려진다. MCAS는 예를 들어 10%로 설정될 수 있으며, 아래에서 설명되는 바와 같이 최적화될 수 있다.

[0082] 사례 유사도(CS)는 테스트 사례와 검색 사례 사이에서 모든 독립 변수들의 속성 유사도 및 속성 가중치를 활용하여, 테스트 사례가 각 검색 사례와 얼마나 유사한지를 다음 [수학식 3]과 같이 수치화할 수 있다.

수학식 3

$$f_{CS}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (f_{AW_i} \times f_{AS_i})}{\sum_{i=1}^n (f_{AW_i})}$$

[0083]

[0084] f_{CS} 는 사례 유사도(CS)를 계산하기 위한 함수이고, f_{AW} 는 속성 가중치(AW)를 계산하기 위한 함수 또는 그 결과이며, f_{AS} 는 속성 유사도(AS)를 계산하는 함수 또는 그 결과이고, n 은 속성의 개수이다. 속성 유사도(AS)는 [수학식 2]와 같이 연산되고, 속성 가중치(AW)는 경험적으로 결정되거나 또는 그 밖의 최적화 방법을 통해 수리적으로 최적화될 수 있다. 사례 유사도(CS)는 속성 유사도를 속성 가중치와 승산한 것들을 합산한 가중 속성 유사도를 속성 가중치들의 합으로 나눈 값으로 예시될 수 있다.

[0085] 이때, 사례 선정 범위(RCS)는 사례 유사도(CS)의 몇 번째 순위까지 유사 사례로 선정할 것인지를 결정하는 값으로서, 유전자 알고리즘에 의해 최적화될 수 있다.

[0086] 허용 범위 지수(TR)는 두 종류 이상의 예측 기법들에 따른 예측 범위들을 서로 중첩하여 얻어지는 필터링 범위의 상한과 하한을 각각 확대하는 비율을 정의하는 값으로서, 마찬가지로 유전자 알고리즘에 의해 최적화될 수 있다.

[0087] 먼저, m 개 사례들에서 종속 변수의 실제값들(AV)과 앞서 산출된 예측값들(PV) 사이의 각각의 차이로부터 종속 변수 예측의 오차율, 예를 들어 평균 절대 백분율 오차(MAPE: mean absolute percentage error)을 다음 [수학식 4]와 같이 산출할 수 있다.

수학식 4

$$f_{MAPE}(x) = \frac{100}{m} \times \sum_{i=1}^m \left| \frac{AV_i - PV}{AV_i} \right|$$

[0088]

[0089] 여기서 f_{MAPE} 는 MAPE를 구하는 함수이고, AV는 종속 변수의 실제값, PV는 종속 변수의 예측값, m 은 사례의 개수이다.

[0090] 오차율로부터, 예측 정확도(PA)는 $1 - f_{MAPE}$ 로 구할 수 있다.

[0091] 이렇게 구한 오차율은 많은 수의 실제 사례들을 기반으로 하기 때문에, 새로운 테스트 사례에도 동일한 방법론이라면 같거나 비슷한 수준의 오차율이 발생할 것이라고 보는 것이 합리적이다. 또한, MRA나 ANN 방법론의 오차율은 CBR 방법론의 오차율보다 통상적으로 작기 때문에, 만약 CBR 방법론으로 유사하다고 검색된 사례의 실제값이 MRA나 ANN 방법론의 오차를 고려한 예측값의 범위, 소위 예측 범위를 벗어난다면 그 CBR 사례를 유사 사례 후보군에서 제거하는 것이 바람직하며, 본 명세서에서 이러한 예측 범위들에 기초한 필터링 범위의 설정과 이를 이용한 부적합한 CBR 사례의 제거를 필터링이라고 부른다.

[0092] 구체적인 필터링 동작은 적어도 둘 이상의 정량적 예측 방법론들, 예를 들어 MRA와 ANN 등에 기초하여, 테스트 사례에 대해 각각의 종속 변수 예측값들을 연산한다.

[0093] 다음으로, 앞서 연산된 오차율(MAPE)과 연산된 종속 변수의 예측값(PV)을 기초로, 각 예측 방법론에서 실제값이 존재할 수 있는 예측 범위(PR)들을 각각 산출한다.

[0094] 구체적으로 예를 들면, 다음 [수학식 5]와 같이 MRA 방법론에서의 예측 범위(PR_{MRA})와 ANN 방법론에서의 예측 범

위(PR_{ANN})을 정의할 수 있다.

수학식 5

$$PV_{MRA} \times \left(1 - \frac{MAPE_{MRA}}{100}\right) \leq PR_{MRA} \leq PV_{MRA} \times \left(1 + \frac{MAPE_{MRA}}{100}\right)$$

$$PV_{ANN} \times \left(1 - \frac{MAPE_{ANN}}{100}\right) \leq PR_{ANN} \leq PV_{ANN} \times \left(1 + \frac{MAPE_{ANN}}{100}\right)$$

[0095]

[0096]

[수학식 5]에서는 각 예측 범위(PR)를 각 예측값(PV)을 중심으로 평균 절대 백분율 오차(MAPE)만큼 상한과 하한을 가지도록 정의되었지만, 실시예에 따라서 다른 파라미터에 의해 상한과 하한이 정의될 수도 있다.

[0097]

적어도 둘 이상의 정량적 예측 방법론들, 예를 들어 MRA와 ANN 등의 예측 범위를 기초로 필터링 범위(filtering range)를 결정한다. 여기서 필터링 범위는 추후에 수행될 검색 사례들에 대한 필터링에 적용된다.

[0098]

구체적으로 예를 들면, MRA의 예측 범위(PR_{MRA})와 ANN의 예측 범위(PR_{ANN})은 약간 다를 것인데, 두 방법론들의 예측 범위들이 서로 겹치는 범위, 즉 교차 범위(cross-range)를 다음 수학식 6과 7과 같이 필터링 범위로서 결정할 수 있다.

수학식 6

$$\text{Max}(\text{Min}(PR_{MRA}), \text{Min}(PR_{ANN})) \leq CRMA \leq \text{Min}(\text{Max}(PR_{MRA}), \text{Max}(PR_{ANN}))$$

[0099]

[0100]

[수학식 6]의 필터링 범위(CRMA: cross-range between predicted values of MRA and ANN models)는 MRA의 예측 범위(PR_{MRA})와 ANN의 예측 범위(PR_{ANN})의 하한값들 중의 최대와 상한값들 중의 최소 사이의 교차 범위(Cross Range)로서 예시적으로 특정될 수 있다.

수학식 7

$$\text{Min}(CRMA) \times \left(1 - \frac{TRCRMA}{100}\right) \leq CRMA^* \leq \text{Max}(CRMA) \times \left(1 + \frac{TRCRMA}{100}\right)$$

[0101]

[0102]

[수학식 7]의 확대된 필터링 범위($CRMA^*$)는 [수학식 6]의 필터링 범위(CRMA)에 대해 허용 범위 지수(TR), 즉 TRCRMA(TR of CRMA)만큼 확대한 확대 교차 범위로서 예시적으로 특정될 수 있다.

[0103]

이렇게 특정된 필터링 범위는 당해 테스트 사례에 대해 CBR 방법론을 통해 검색된 사례들에 적용될 수 있다.

[0104]

컴퓨터는 선정된 후보 유사 타입들에 관하여 평균 예측 정확도(APA)와 유의 수준(SL: Significance Level)이 소정 조건을 만족하는지 판정한다.

[0105]

예를 들어, 유의 수준(SL)이 5%이고 평균 예측 정확도(APA)가 최대로 되면, 사례기반추론(CBR) 모델이 검증되었다고 할 수 있다.

[0106]

이에 따라, 만약 평균 예측 정확도(APA) 조건과 유의 수준(SL) 조건이 모두 만족된다면 1차적으로 또는 2차적으로 선정된 후보 유사 타입들에 관하여 평균 예측 정확도와 유의 수준이 소정 조건을 만족하는 때의 속성 유사도 최소 기준, 속성 가중치 범위, 사례 선정 범위 및 허용 범위 지수 중 적어도 하나로써 사례기반추론(CBR) 모델을 설정할 수 있다. 또한, 그렇지 않으면 속성 유사도 최소 기준(MCAS), 속성 가중치 범위(RAW), 사례 선정 범

위(RCS) 및 허용 범위 지수(TR)를 조절할 수 있다.

- [0107] 실시예에 따라, 속성 유사도 최소 기준(MCAS), 속성 가중치 범위(RAW), 사례 선정 범위(RCS) 및 허용 범위 지수(TR) 중 적어도 하나는 유전자 알고리즘에 의해 최적화될 수 있다.
- [0108] 속성 유사도 최소 기준(MCAS), 속성 가중치 범위(RAW), 사례 선정 범위(RCS) 및 허용 범위 지수(TR) 중 적어도 하나는 유전자 알고리즘에 의해 최적화된 후, 조절된 속성 유사도 최소 기준, 속성 가중치 범위, 사례 선정 범위 및 허용 범위 지수 중 적어도 하나를 이용하여 후보 유사 타입들을 2차적으로 선정할 수 있다.
- [0109] 이후, 1차적으로 또는 2차적으로 선정된 후보 유사 건축물들에 관하여 평균 예측 정확도(APA)와 유의 수준(SL)이 소정 조건을 모두 만족할 때까지 반복될 수 있다.
- [0110] 또한, 모니터링 장치(150)는 디스플레이 모듈(158)을 더 포함할 수 있다.
- [0111] 제어 모듈(154)은 디스플레이 모듈(158)로 열스트레스 산출지표(hp)를 작업자 별로 전달할 수 있다.
- [0112] 이때, 디스플레이 모듈(158)은 작업자 별로 열스트레스 산출지표(hp)를 디스플레이할 수 있으며, 모니터링 담당자가 작업자 별로 모니터링 관리할 수 있다.
- [0113] 도 2는 도 1에 나타난 모니터링 장치의 모니터링 화면에 대한 실시 예를 나타낸 도이다.
- [0114] 도 2를 참조하면, 모니터링 장치(150)는 디스플레이 모듈(158)의 화면 상에 작업자의 신체 매개 변수(cf), 신체 정보, 신진대사율(mr), 신진대사율 변화량(dmr) 및 열스트레스 산출지표(hp) 중 적어도 하나를 디스플레이할 수 있다.
- [0115] 즉, 모니터링 장치(150)는 측정 디바이스(120)로부터 송신된 작업자의 신체 매개 변수(cf)를 수신하면, 해당 작업자에 대응하는 기 설정된 상기 신체 정보 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 산출한 신진대사율(mr), 신진대사율 변화량(dmr) 및 열스트레스 산출지표(hp) 중 적어도 하나를 디스플레이 모듈(158)에 디스플레이할 수 있다.
- [0116] 여기서, 모니터링 장치(150)는 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나와, 상기 신체 정보, 예를 들어 성별, 나이, 키 등을 고려하여 신진대사율(mr)을 산출할 수 있으며, 신진대사율(mr)은 작업자의 성별, 나이 및 키에 따라 가변되는 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나에 의해 산출될 수 있다.
- [0117] 이후, 모니터링 장치(150)는 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.
- [0118] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량 및 신진대사율(mr)과 바로 직전 산출된 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량에 대한 평균 변화량일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0119] 또한, 신진대사율 변화량(dmr)은 설정된 시간당 신진대사율의 변화량으로써, 신진대사율의 증가를 예측할 수 있다.
- [0120] 모니터링 장치(150)는 신진대사율 변화량(dmr)을 기반으로 직장 온도 및 작업 허용 시간을 포함하는 열스트레스 산출지표(hp)를 예측하여 웨어러블 디바이스(110)으로 송신할 수 있다.
- [0121] 모니터링 장치(150)는 신진대사율 변화량(dmr)에 따라 설정된 상기 직장 온도 및 상기 직장 온도가 설정된 기준 직장 온도에 도달하기까지의 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.
- [0122] 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법을 나타낸 순서도이다.
- [0123] 도 3을 참조하면, 열 스트레스 모니터링 시스템(100)에 포함된 모니터링 장치(150)는 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 측정 디바이스(120)로부터 측정된 작업자의 신체 매개 변수(cf) 및 작업자가 착용한 웨어러블 디바이스(110)로부터 저장된 상기 작업자의 심박수 정보(hf)를 수신할 수 있다(S110).
- [0124] 즉, 웨어러블 디바이스(110)는 상기 작업자의 심박수 및 심박수 변화량에 대한 심박수 정보(hf)를 실시간으로 저장할 수 있다.
- [0125] 실시 예에서, 심박수 정보(hf)는 현재 시점 이전의 과거 시점에 상기 작업자가 작업장에서 작업을 진행할때 측정된 심박수 및 심박수 변화량을 포함할 수 있다.

- [0126] 웨어러블 디바이스(110)는 심박수 정보(hf)를 모니터링 장치(150)로 송신할 수 있다.
- [0127] 측정 디바이스(120)는 작업장에 작업자가 출입하기 이전에, 상기 작업자의 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 포함하는 신체 매개 변수(cf)를 측정하여 모니터링 장치(150)로 송신할 수 있다.
- [0128] 이때, 모니터링 장치(150)에 포함된 통신 모듈(152)은 저전력 통신망(LORA)으로 웨어러블 디바이스(110) 및 측정 디바이스(120)와 통신을 수행하여 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 수신할 수 있다.
- [0129] 모니터링 장치(150)는 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다(S120).
- [0130] 즉, 모니터링 장치(150)에 포함된 제어 모듈(154)은 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자가 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹에 속하는지 분류할 수 있다.
- [0131] 제어 모듈(154)은 설정된 분류모델(classification model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여, 심박수 정보(hf)에 따른 심박수 변화량 및 신체 매개 변수(cf)에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0132] 제어 모듈(154)은 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류할 수 있다.
- [0133] 또한, 제어 모듈(154)은 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0134] 제어 모듈(154)은 상기 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 상기 작업자를 열 스트레스 위험도를 나타내는 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하도록 함으로서, 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하기 위해 위험군 그룹을 분류할 수 있다.
- [0135] 모니터링 장치(150)는 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자의 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S130).
- [0136] 즉, 제어 모듈(154)은 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나와, 설정된 작업자의 신체 정보, 예를 들어, 성별, 나이, 키 등을 설정된 회귀모델(regression model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0137] 신진대사율(mr)은 작업자의 성별, 나이 및 키에 따라 가변되는 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나에 의해 산출될 수 있다.
- [0138] 모니터링 장치(150)는 신진대사율(mr) 및 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다(S140).
- [0139] 즉, 제어 모듈(154)은 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.
- [0140] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량 및 신진대사율(mr)과 바로 직전 산출된 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량에 대한 평균 변화량일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0141] 또한, 신진대사율 변화량(dmr)은 설정된 시간당 신진대사율의 변화량으로써, 신진대사율의 증가를 예측할 수 있다.
- [0142] 모니터링 장치(150)는 상기 작업자가 분류된 위험군 그룹에 설정된 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 열스트레스 산출지표(hp)를 예측하여 웨어러블 디바이스(110)로 송신할 수 있다(S150).
- [0143] 즉, 제어 모듈(154)은 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0144] 또한, 제어 모듈(154)은 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0145] 즉, 제어 모듈(154)은 신진대사율 변화량(dmr)에 따라 대응하는 상기 직장 온도 및 상기 직장 온도가 설정된 기

준 직장 온도에 도달하기까지의 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.

- [0146] 제어 모듈(154)은 상기 직장 온도 및 상기 작업 허용 시간을 포함하는 열스트레스 산출지표(hp)를 웨어러블 디바이스(110)로 송신함으로써, 작업자가 열스트레스 산출지표(hp)를 확인하여 휴식을 취할수 있도록하여 사고, 즉 온열 질환으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.
- [0147] 제어 모듈(154)은 디스플레이 모듈(158)로 열스트레스 산출지표(hp)를 작업자 별로 전달할 수 있다.
- [0148] 이때, 디스플레이 모듈(158)은 작업자 별로 열스트레스 산출지표(hp)를 디스플레이할 수 있으며, 모니터링 담당자가 작업자 별로 모니터링 관리할 수 있다.
- [0149] 도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 제어 구성을 나타낸 제어 블록도이다.
- [0150] 도 4를 참조하면, 열 스트레스 모니터링 시스템(200)은 웨어러블 디바이스(210), 측정 디바이스(220), 센서 디바이스(230) 및 모니터링 장치(250)를 포함할 수 있다.
- [0151] 웨어러블 디바이스(210)는 사용자(이하, '작업자'라 칭함)가 착용 또는 소지하는 장치일 수 있으며, 예를 들어, 시계형 기기, 반지형 기기, 목걸이형 기기, 스마트 기기 등일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0152] 여기서, 웨어러블 디바이스(210)는 상기 작업자의 심박수 및 심박수 변화량에 대한 심박수 정보(hf)를 실시간으로 저장할 수 있다.
- [0153] 실시 예에서, 심박수 정보(hf)는 현재 시점 이전의 과거 시점에 상기 작업자가 작업장에서 작업을 진행할때 측정된 심박수 및 심박수 변화량을 포함할 수 있다.
- [0154] 웨어러블 디바이스(210)는 심박수 정보(hf)를 모니터링 장치(250)로 송신할 수 있다.
- [0155] 측정 디바이스(220)는 작업장에 작업자가 출입하기 이전, 예를 들어 작업출입문, 작업 대기실 등과 같이 작업자가 안전 장구를 착용하는 공간에서 작업자의 신체 매개 변수(cf)를 측정할 수 있다.
- [0156] 즉, 측정 디바이스(220)는 예를 들어, 인바디일 수 있으며, 작업자의 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 포함하는 신체 매개 변수(cf)를 측정할 수 있다.
- [0157] 측정 디바이스(220)는 신체 매개 변수(cf)를 측정하여, 상기 작업자를 인식할 수 있는 고유 번호 등과 같이 모니터링 장치(250)로 송신할 수 있다.
- [0158] 이때, 측정 디바이스(220)는 모니터링 장치(250)와 저전력 통신망(LORA)으로 신체 매개 변수(cf) 및 상기 고유 번호를 송신할 수 있다.
- [0159] 센서 디바이스(230)는 상기 작업장의 환경 정보(df)를 측정하여 모니터링 장치(230)로 송신할 수 있다.
- [0160] 즉, 센서 디바이스(230)는 상기 작업장의 온도 및 습도를 측정할 수 있는 센서들을 포함할 수 있으며, 상기 온도 및 상기 습도 외에 풍향, 풍량 등을 측정할 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0161] 센서 디바이스(230)는 웨어러블 디바이스(210)와 동일하게 저전력 통신망(LORA)으로 모니터링 장치(250)와 통신을 수행할 수 있다.
- [0162] 모니터링 장치(250)는 통신 모듈(262) 및 제어 모듈(264)를 포함할 수 있다.
- [0163] 통신 모듈(262)는 웨어러블 디바이스(210), 측정 디바이스(220) 및 센서 디바이스(230)와 통신을 수행할 수 있다.
- [0164] 즉, 통신 모듈(262)은 웨어러블 디바이스(210)에서 송신된 심박수 정보(hf), 측정 디바이스(220)에서 송신된 신체 매개 변수(cf) 및 센서 디바이스(230)로부터 송신된 환경 정보(df)를 수신하여 제어 모듈(254)로 전달하며, 제어 모듈(254)로부터 전달된 열스트레스 산출지표(hf)를 웨어러블 디바이스(210)로 송신할 수 있다.
- [0165] 실시 예에서, 통신 모듈(252), 웨어러블 디바이스(210), 측정 디바이스(220) 및 센서 디바이스(230)는 저전력 통신망(LORA)으로 통신을 수행하는 것으로 나타내었으나, 3G, 4G 및 5G 통신 시스템으로 통신을 수행할 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0166] 제어 모듈(254)는 분류부(260), 제1, 2 산출부(262, 264) 및 예측 동작부(266)를 포함할 수 있다.
- [0167] 분류부(260)는 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자가 고위험군 그룹 또는 저위험군

그룹에 속하는지 분류할 수 있다.

- [0168] 즉, 분류부(260)는 설정된 분류모델(classification model), 예를들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여, 심박수 정보(hf)에 따른 심박수 변화량 및 신체 매개 변수(cf)에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0169] 분류부(260)는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류할 수 있다.
- [0170] 또한, 분류부(260)는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0171] 분류부(260)는 상기 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 상기 작업자를 열 스트레스 위험도를 나타내는 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하도록 함으로서, 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하기 위해 위험군 그룹을 분류할 수 있다.
- [0172] 제1 산출부(262)는 신체 매개 변수(cf) 및 환경 정보(df)를 기반으로 작업자의 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0173] 즉, 제1 산출부(262)는 설정된 회귀모델(regression model), 예를들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여 환경 정보(df)를 수신한 수신 시간, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도와, 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 기반으로 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0174] 제1 산출부(262)는 상기 수신 시간을 기준으로 상기 작업장의 위치 좌표에 설정된 미래 시간의 상기 온도 및 상기 습도를 예측하고, 예측한 온도 및 습도에 따라 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나의 변화를 예측하여 상기 미래 시간에 따른 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0175] 즉, 제1 산출부(262)는 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나와, 설정된 작업자의 신체 정보, 예를 들어, 성별, 나이, 키 등을 고려하여, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도에 따라 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0176] 제2 산출부(264)는 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.
- [0177] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량 및 신진대사율(mr)과 바로 직전 산출된 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량에 대한 평균 변화량일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0178] 또한, 신진대사율 변화량(dmr)은 설정된 시간당 신진대사율의 변화량으로써, 신진대사율의 증가를 예측할 수 있다.
- [0179] 예측 동작부(266)는 신진대사율 변화량(dmr)을 기반으로 열스트레스 산출지표(hp)를 예측하여 웨어러블 디바이스(210)으로 송신할 수 있다.
- [0180] 여기서, 열스트레스 산출지표(hp)는 직장 온도 및 작업 허용 시간을 포함할 수 있다.
- [0181] 상기 직장 온도는 작업자의 직장 내부에 대한 신체 온도일 수 있으며, 상기 작업 허용 시간은 상기 직장 온도에 따라 작업자가 작업을 수행할 수 있는 미래 시간을 나타낼 수 있다.
- [0182] 분류부(260)에서 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우, 예측 동작부(266)는 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0183] 또한, 분류부(260)에서 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우, 예측 동작부(266)는 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0184] 예측 동작부(266)는 신진대사율 변화량(dmr)에 따라 대응하는 상기 직장 온도 및 상기 직장 온도가 설정된 기준 직장 온도에 도달하기까지의 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.
- [0185] 예측 동작부(266)는 상기 직장 온도 및 상기 작업 허용 시간을 포함하는 열스트레스 산출지표(hp)를 웨어러블 디바이스(210)로 송신함으로써, 작업자가 열스트레스 산출지표(hp)를 확인하여 휴식을 취할수 있도록하여 사고,

즉 온열 질환으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.

- [0186] 또한, 모니터링 장치(250)는 디스플레이 모듈(258)을 더 포함할 수 있다.
- [0187] 제어 모듈(254)은 디스플레이 모듈(258)로 열스트레스 산출지표(hp)를 작업자 별로 전달할 수 있다.
- [0188] 이때, 디스플레이 모듈(258)은 작업자 별로 열스트레스 산출지표(hp)를 디스플레이할 수 있으며, 모니터링 담당자가 작업자 별로 모니터링 관리할 수 있다.
- [0189] 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법을 나타낸 순서도이다.
- [0190] 도 5를 참조하면, 열 스트레스 모니터링 시스템(200)에 포함된 모니터링 장치(230)는 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 측정 디바이스(220)로부터 측정된 작업자의 신체 매개 변수(cf) 및 작업자가 착용한 웨어러블 디바이스(210)로부터 저장된 상기 작업자의 심박수 정보(hf)를 수신할 수 있다(S210).
- [0191] 즉, 웨어러블 디바이스(210)는 상기 작업자의 심박수 및 심박수 변화량에 대한 심박수 정보(hf)를 실시간으로 저장할 수 있다.
- [0192] 실시 예에서, 심박수 정보(hf)는 현재 시점 이전의 과거 시점에 상기 작업자가 작업장에서 작업을 진행할 때 측정된 심박수 및 심박수 변화량을 포함할 수 있다.
- [0193] 웨어러블 디바이스(210)는 심박수 정보(hf)를 모니터링 장치(150)로 송신할 수 있다.
- [0194] 측정 디바이스(220)는 작업장에 작업자가 출입하기 이전에, 상기 작업자의 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 포함하는 신체 매개 변수(cf)를 측정하여 모니터링 장치(250)로 송신할 수 있다.
- [0195] 이때, 모니터링 장치(250)에 포함된 통신 모듈(252)은 저전력 통신망(LORA)으로 웨어러블 디바이스(210) 및 측정 디바이스(220)와 통신을 수행하여, 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 수신할 수 있다.
- [0196] 모니터링 장치(250)는 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다(S220).
- [0197] 즉, 모니터링 장치(250)에 포함된 제어 모듈(254)은 설정된 분류모델(classification model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여, 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자가 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹에 속하는지 분류할 수 있다.
- [0198] 제어 모듈(254)은 심박수 정보(hf)에 따른 심박수 변화량 및 신체 매개 변수(cf)에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0199] 제어 모듈(254)은 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류할 수 있다.
- [0200] 또한, 제어 모듈(254)은 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0201] 제어 모듈(254)은 상기 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 상기 작업자를 열 스트레스 위험도를 나타내는 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하도록 함으로서, 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하기 위해 위험군 그룹을 분류할 수 있다.
- [0202] 모니터링 장치(250)는 작업자가 위치한 작업장에 설치된 센서 디바이스(230)로부터 송신된 환경 정보(df)를 수신할 수 있다(S230).
- [0203] 즉, 통신 모듈(252)은 센서 디바이스(230)와 저전력 통신망(LORA)을 통하여 작업장의 환경 정보(df)를 수신할 수 있다.
- [0204] 이때, 환경 정보(df)는 상기 작업장의 온도 및 습도를 측정할 수 있는 센서들을 포함할 수 있으며, 상기 온도 및 상기 습도 외에 풍향, 풍량 등을 더 포함할 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0205] 모니터링 장치(250)는 신체 매개 변수(cf) 및 환경 정보(df)를 기반으로 상기 작업자의 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S240).
- [0206] 즉, 모니터링 장치(230)에 포함된 제어 모듈(234)은 환경 정보(df)를 수신한 수신 시간, 환경 정보(df)에 포함

된 온도 및 습도와, 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 설정된 회귀모델(regression model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.

- [0207] 제어 모듈(234)는 상기 수신 시간을 기준으로 상기 작업장의 위치 좌표에 설정된 미래 시간의 상기 온도 및 상기 습도를 예측하고, 예측한 온도 및 습도에 따라 상기 심박수의 변화를 예측하여 상기 미래 시간에 따른 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0208] 즉, 제어 모듈(234)는 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나와, 설정된 작업자의 신체 정보, 예를 들어, 성별, 나이, 키 등을 고려하여, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도에 따라 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0209] 모니터링 장치(250)는 신진대사율(mr) 및 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다(S250).
- [0210] 즉, 제어 모듈(234)은 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.
- [0211] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.
- [0212] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량 및 신진대사율(mr)과 바로 직전 산출된 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량에 대한 평균 변화량일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0213] 또한, 신진대사율 변화량(dmr)은 설정된 시간당 신진대사율의 변화량으로써, 신진대사량의 증가를 예측할 수 있다.
- [0214] 모니터링 장치(250)는 상기 작업자가 분류된 위험군 그룹에 설정된 그룹 열스트레스 산출지표를 기반으로 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 열스트레스 산출지표(hp)를 예측하여 웨어러블 디바이스(210)로 송신할 수 있다(S260).
- [0215] 즉, 제어 모듈(254)은 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0216] 또한, 제어 모듈(254)은 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0217] 제어 모듈(254)은 신진대사율 변화량(dmr)에 따라 대응하는 상기 직장 온도 및 상기 직장 온도가 설정된 기준 직장 온도에 도달하기까지의 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.
- [0218] 제어 모듈(254)은 상기 직장 온도 및 상기 작업 허용 시간을 포함하는 열스트레스 산출지표(hp)를 웨어러블 디바이스(110)로 송신함으로써, 작업자가 열스트레스 산출지표(hp)를 확인하여 휴식을 취할수 있도록하여 사고, 즉 온열 질환으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.
- [0219] 또한, 모니터링 장치(250)는 디스플레이 모듈(258)을 더 포함할 수 있다.
- [0220] 제어 모듈(254)은 디스플레이 모듈(258)로 열스트레스 산출지표(hp)를 작업자 별로 전달할 수 있다.
- [0221] 이때, 디스플레이 모듈(258)은 작업자 별로 열스트레스 산출지표(hp)를 디스플레이할 수 있으며, 모니터링 담당자가 작업자 별로 모니터링 관리할 수 있다.
- [0222] 도 6은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 제어 구성을 나타낸 제어 블록도이다.
- [0223] 도 6을 참조하면, 열 스트레스 모니터링 시스템(300)은 웨어러블 디바이스(310), 측정 디바이스(320), 센서 디바이스(330), 외부 서버(340) 및 모니터링 장치(350)를 포함할 수 있다.
- [0224] 웨어러블 디바이스(310)는 사용자(이하, '작업자'라 칭함)가 착용 또는 소지하는 장치일 수 있으며, 예를 들어, 시계형 기기, 반지형 기기, 목걸이형 기기, 스마트 기기 등일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0225] 여기서, 웨어러블 디바이스(310)는 상기 작업자의 심박수 및 심박수 변화량에 대한 심박수 정보(hf)를 실시간으

로 저장할 수 있다.

- [0226] 실시 예에서, 심박수 정보(hf)는 현재 시점 이전의 과거 시점에 상기 작업자가 작업장에서 작업을 진행할때 측정된 심박수 및 심박수 변화량을 포함할 수 있다.
- [0227] 웨어러블 디바이스(310)는 심박수 정보(hf)를 모니터링 장치(150)로 송신할 수 있다.
- [0228] 측정 디바이스(320)는 작업장에 작업자가 출입하기 이전, 예를 들어 작업출입문, 작업 대기실 등과 같이 작업자가 안전 장구를 착용하는 공간에서 작업자의 신체 매개 변수(cf)를 측정할 수 있다.
- [0229] 즉, 측정 디바이스(320)는 예를 들어, 인바디일 수 있으며, 작업자의 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 포함하는 신체 매개 변수(cf)를 측정할 수 있다.
- [0230] 측정 디바이스(320)는 신체 매개 변수(cf)를 측정하여, 상기 작업자를 인식할 수 있는 고유 번호 등과 같이 모니터링 장치(350)로 송신할 수 있다.
- [0231] 이때, 측정 디바이스(320)는 모니터링 장치(350)와 저전력 통신망(LORA)으로 신체 매개 변수(cf) 및 상기 고유 번호를 송신할 수 있다.
- [0232] 센서 디바이스(330)는 상기 작업장의 환경 정보(df)를 측정하여 모니터링 장치(350)로 송신할 수 있다.
- [0233] 즉, 센서 디바이스(330)는 상기 작업장의 온도 및 습도를 측정할 수 있는 센서들을 포함할 수 있으며, 상기 온도 및 상기 습도 외에 풍향, 풍량 등을 측정할 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0234] 센서 디바이스(330)는 웨어러블 디바이스(310)와 동일하게 저전력 통신망(LORA)으로 모니터링 장치(350)와 통신을 수행할 수 있다.
- [0235] 외부 서버(340)는 상기 작업장이 위치한 지역에 대한 지역 온도 및 지역 습도를 포함하는 기상 정보(pf)를 모니터링 장치(350)로 송신할 수 있다.
- [0236] 외부 서버(340)는 기상 정보(pf)를 송신할 수 있는 기상청 서버일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0237] 모니터링 장치(350)는 통신 모듈(362) 및 제어 모듈(364)를 포함할 수 있다.
- [0238] 통신 모듈(362)는 웨어러블 디바이스(310), 측정 디바이스(320), 센서 디바이스(330) 및 외부 서버(340)와 통신을 수행할 수 있다.
- [0239] 즉, 통신 모듈(362)은 웨어러블 디바이스(310)에서 송신된 심박수 정보(hf), 측정 디바이스(320)에서 송신된 신체 매개 변수(cf), 센서 디바이스(330)로부터 송신된 환경 정보(df) 및 외부 서버(340)로부터 송신된 기상 정보(pf)를 수신하여 제어 모듈(354)로 전달하며, 제어 모듈(354)로부터 전달된 열스트레스 산출지표(hf)를 웨어러블 디바이스(210)로 송신할 수 있다.
- [0240] 실시 예에서, 통신 모듈(352), 웨어러블 디바이스(310), 측정 디바이스(320), 센서 디바이스(330) 및 외부 서버(340)는 저전력 통신망(LORA)으로 통신을 수행하는 것으로 나타내었으나, 3G, 4G 및 5G 통신 시스템으로 통신을 수행할 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0241] 제어 모듈(354)는 분류부(360), 제1, 2 산출부(362, 364) 및 예측 동작부(366)를 포함할 수 있다.
- [0242] 분류부(360)는 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자가 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹에 속하는지 분류할 수 있다.
- [0243] 즉, 분류부(360)는 설정된 분류모델(classification model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여, 심박수 정보(hf)에 따른 심박수 변화량 및 신체 매개 변수(cf)에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0244] 분류부(360)는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류할 수 있다.
- [0245] 또한, 분류부(360)는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0246] 분류부(360)는 상기 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 상기 작업자를 열 스트레스 위험도를 나타내는 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하도록 함으로서, 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를

예측하기 위해 위험군 그룹을 분류할 수 있다.

- [0247] 제1 산출부(362)는 신체 매개 변수(cf), 환경 정보(df) 및 기상 정보(pf)를 기반으로 작업자의 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0248] 즉, 제1 산출부(362)는 설정된 회귀모델(regression model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여, 환경 정보(df)를 수신한 수신 시간, 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도 및 지역 습도, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도, 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 기반으로 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0249] 먼저, 제1 산출부(362)는 상기 지역 온도 및 상기 온도 사이의 온도 편차와, 상기 지역 습도 및 상기 습도 사이의 습도 편차 각각이 허용된 제1 편차 범위 내에 속하면, 기상 정보(pf) 및 환경 정보(df) 중 어느 하나와 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0250] 또한, 제1 산출부(362)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제1 편차 범위보다 높은 제2 편차 범위에 속하면, 환경 정보(df) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0251] 마지막으로, 제1 산출부(362)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제2 편차 범위보다 높은 제3 편차 범위에 속하면, 센서 디바이스(320)가 고장인것으로 판단하여 기상 정보(pf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0252] 제1 산출부(362)는 상기 수신 시간을 기준으로 상기 위치 좌표에서 설정된 미래 시간의 상기 작업장에 대한 상기 온도 및 상기 습도를 예측하고, 예측한 온도 및 습도에 따라 신체 매개 변수(cf)의 변화를 예측하여 상기 미래 시간에 따른 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0253] 즉, 제1 산출부(362)는 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나와, 설정된 작업자의 신체 정보, 예를 들어, 성별, 나이, 키 등을 고려하여, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도 또는 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도 및 지역 습도에 따라 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0254] 웨어러블 디바이스(310)는 상기 작업장에서 작업하는 상기 작업자의 심박수 및 위치좌표를 포함하는 생체 정보(sf)를 모니터링 장치(350)로 송신할 수 있다.
- [0255] 이때, 모니터링 장치(250)가 생체 정보(sf) 및 신체 매개 변수(cf)를 모두 수신하는 경우, 모니터링 장치(250)에 포함된 제1 산출부(362)는 신체 매개 변수(cf) 및 환경 정보(df)를 기반으로 상기 작업자의 제1 신진대사율을 산출하고, 생체 정보(sf) 및 환경 정보(df)를 기반으로 상기 작업자의 제2 신진대사율을 산출할 수 있다.
- [0256] 이후, 제1 산출부(362)는 상기 제1, 2 신진대사율의 평균값을 신진대사율(mr)로 산출할 수 있다.
- [0257] 제1 산출부(362)는 생체 정보(sf) 및 환경 정보(df)를 수신한 수신 시간, 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도 및 지역 습도, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도, 생체 정보(sf)에 포함된 심박수 및 위치 좌표를 기반으로 상기 제2 신진대사율을 산출할 수 있다.
- [0258] 먼저, 제1 산출부(362)는 상기 지역 온도 및 상기 온도 사이의 온도 편차와, 상기 지역 습도 및 상기 습도 사이의 습도 편차 각각이 허용된 제1 편차 범위 내에 속하면, 기상 정보(pf) 및 환경 정보(df) 중 어느 하나와 생체 정보(sf)를 기반으로 상기 제2 신진대사율을 산출할 수 있다.
- [0259] 또한, 제1 산출부(362)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제1 편차 범위보다 높은 제2 편차 범위에 속하면, 환경 정보(df) 및 생체 정보(sf)를 기반으로 상기 제2 신진대사율을 산출할 수 있다.
- [0260] 마지막으로, 제1 산출부(362)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제2 편차 범위보다 높은 제3 편차 범위에 속하면, 센서 디바이스(320)가 고장인것으로 판단하여 기상 정보(pf) 및 생체 정보(sf)를 기반으로 상기 제2 신진대사율을 산출할 수 있다.
- [0261] 상기 제1 신진대사율은 생체 정보(sf)를 수신하지 않고, 신체 매개 변수(cf)만을 수신하여 산출한 신진대사율(mr)과 동일하게 산출할 수 있으므로, 설명을 생략한다.
- [0262] 제2 산출부(364)는 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.
- [0263] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량 및 신진대사율(mr)과 바로 직전 산출된

상기 과거 신진대사율 사이의 변화량에 대한 평균 변화량일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.

- [0264] 또한, 신진대사율 변화량(dmr)은 설정된 시간당 신진대사율의 변화량으로써, 신진대사량의 증가를 예측할 수 있다.
- [0265] 예측 동작부(366)는 신진대사율 변화량(dmr)을 기반으로 열스트레스 산출지표(hp)를 예측하여 웨어러블 디바이스(310)으로 송신할 수 있다.
- [0266] 여기서, 열스트레스 산출지표(hp)는 직장 온도 및 작업 허용 시간을 포함할 수 있다.
- [0267] 상기 직장 온도는 작업자의 직장 내부에 대한 신체 온도일 수 있으며, 상기 작업 허용 시간은 상기 직장 온도에 따라 작업자가 작업을 수행할 수 있는 미래 시간을 나타낼 수 있다.
- [0268] 분류부(360)에서 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우, 예측 동작부(366)는 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0269] 또한, 분류부(360)에서 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우, 예측 동작부(366)는 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0270] 예측 동작부(366)는 신진대사율 변화량(dmr)에 따라 대응하는 상기 직장 온도 및 상기 직장 온도가 설정된 기준 직장 온도에 도달하기까지의 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.
- [0271] 예를 들어, 상기 직장 온도가 36 ℃이고, 상기 기준 직장 온도가 38 ℃인 경우, 예측 동작부(366)는 상기 직장 온도가 상기 기준 직장 온도에 도달하기 위해 학습된 온도 상승 시간을 통하여 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.
- [0272] 예측 동작부(366)는 상기 직장 온도 및 상기 작업 허용 시간을 포함하는 열스트레스 산출지표(hp)를 웨어러블 디바이스(310)로 송신함으로써, 작업자가 열스트레스 산출지표(hp)를 확인하여 휴식을 취할 수 있도록하여 사고, 즉 온열 질환으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.
- [0273] 또한, 모니터링 장치(310)는 디스플레이 모듈(358)을 더 포함할 수 있다.
- [0274] 제어 모듈(350)은 디스플레이 모듈(358)로 열스트레스 산출지표(hp)를 작업자 별로 전달할 수 있다.
- [0275] 이때, 디스플레이 모듈(358)은 작업자 별로 열스트레스 산출지표(hp)를 디스플레이할 수 있으며, 모니터링 담당자가 작업자 별로 모니터링 관리할 수 있다.
- [0276] 도 7 내지 도 9는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 열 스트레스 모니터링 시스템의 동작방법을 나타낸 순서도이다.
- [0277] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 열 스트레스 모니터링 시스템(300)에 포함된 모니터링 장치(350)는 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 측정 디바이스(320)로부터 측정된 작업자의 신체 매개 변수(cf) 및 작업자가 착용한 웨어러블 디바이스(310)로부터 저장된 상기 작업자의 심박수 정보(hf)를 수신할 수 있다(S310).
- [0278] 즉, 웨어러블 디바이스(310)는 상기 작업자의 심박수 및 심박수 변화량에 대한 심박수 정보(hf)를 실시간으로 저장할 수 있다.
- [0279] 실시 예에서, 심박수 정보(hf)는 현재 시점 이전의 과거 시점에 상기 작업자가 작업장에서 작업을 진행할 때 측정된 심박수 및 심박수 변화량을 포함할 수 있다.
- [0280] 웨어러블 디바이스(310)는 심박수 정보(hf)를 모니터링 장치(350)로 송신할 수 있다.
- [0281] 측정 디바이스(320)는 작업장에 작업자가 출입하기 이전에, 상기 작업자의 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나를 포함하는 신체 매개 변수(cf)를 측정하여 모니터링 장치(350)로 송신할 수 있다.
- [0282] 이때, 모니터링 장치(350)에 포함된 통신 모듈(352)은 저전력 통신망(LORA)으로 웨어러블 디바이스(310) 및 측정 디바이스(320)와 통신을 수행하여, 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 수신할 수 있다.
- [0283] 모니터링 장치(350)는 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자를 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다(S320).

- [0284] 즉, 모니터링 장치(350)에 포함된 제어 모듈(354)은 심박수 정보(hf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 상기 작업자가 고위험군 그룹 또는 저위험군 그룹에 속하는지 분류할 수 있다.
- [0285] 제어 모듈(234)은 설정된 분류모델(classification model), 예를들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여, 심박수 정보(hf)에 따른 심박수 변화량 및 신체 매개 변수(cf)에 따른 변수값과, 설정된 기준 심박수 변화량 및 기준 변수값을 서로 비교하여, 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹으로 분류할 수 있다.
- [0286] 제어 모듈(354)은 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 크거나, 또는 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 크면 상기 고위험군으로 분류할 수 있다.
- [0287] 또한, 제어 모듈(354)은 상기 심박수 변화량이 상기 기준 심박수 변화량보다 작고, 상기 변수값이 상기 기준 변수값보다 작으면 상기 저위험군으로 분류할 수 있다.
- [0288] 제어 모듈(354)은 상기 작업자가 작업장에 출입하기 이전에 상기 작업자를 열 스트레스 위험도를 나타내는 상기 고위험군 그룹 또는 상기 저위험군 그룹에 속하는지 분류하도록 함으로서, 상기 작업자의 열스트레스 산출지표를 예측하기 위해 위험군 그룹을 분류할 수 있다.
- [0289] 모니터링 장치(350)는 작업자가 위치한 작업장에 설치된 센서 디바이스(330)로부터 송신된 환경 정보(df)를 수신할 수 있다(S330).
- [0290] 즉, 통신 모듈(352)은 센서 디바이스(330)와 저전력 통신망(LORA)을 통하여 작업장의 환경 정보(df)를 수신할 수 있다.
- [0291] 이때, 환경 정보(df)는 상기 작업장의 온도 및 습도를 측정할 수 있는 센서들을 포함할 수 있으며, 상기 온도 및 상기 습도 외에 풍향, 풍량 등을 더 포함할 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0292] 모니터링 장치(350)는 외부 서버(340)로부터 송신된 상기 작업장이 위치한 지역에 대한 지역 온도 및 지역 습도를 포함하는 기상 정보(pf)를 수신할 수 있다(S340).
- [0293] 모니터링 장치(350)는 웨어러블 디바이스(310)로부터 측정된 상기 작업장에서 작업하는 상기 작업자의 심박수 및 위치좌표를 포함하는 생체 정보(sf)의 수신 여부를 판단할 수 있다(S350).
- [0294] (S350) 단계에서, 생체 정보(sf)를 수신하는 않는 경우, 모니터링 장치(350)는 환경 정보(df)에 포함된 온도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도 사이의 온도 편차 및 환경 정보(df)에 포함된 습도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 습도 사이의 습도 편차를 산출할 수 있다(S360).
- [0295] 즉, 모니터링 장치(350)에 포함된 제어 모듈(354)은 환경 정보(df)에 포함된 온도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도를 차감하여 온도 편차를 산출하고, 환경 정보(df)에 포함된 습도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 습도를 차감하여 습도 편차를 산출할 수 있다.
- [0296] 이때, 상기 온도 편차는 상기 온도가 상기 지역 온도보다 큰 경우 플러스값(+)이 출력되고, 상기 습도 편차는 상기 습도가 상기 지역 습도보다 큰 경우 플러스값(+)으로 출력될 수 있다.
- [0297] 모니터링 장치(350)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차가 설정된 제1 편차 범위 내에 속하는지 판단하고 (S370), 상기 제1 편차 범위 내에 속하면 환경 정보(df) 및 기상 정보(pf) 중 어느 하나와 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S380).
- [0298] 또한, (S370) 단계에서, 상기 제1 편차 범위 내에 속하지 않으면, 모니터링 장치(350)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차가 상기 제1 편차 범위보다 높은 제2 편차 범위에 속하는지 판단하고(S390), 상기 제2 편차 범위 내에 속하면 환경 정보(df) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 제1 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S400).
- [0299] 또한, (S390) 단계에서, 상기 제2 편차 범위 내에 속하지 않으면, 모니터링 장치(350)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차가 상기 제2 편차 범위보다 높은 제3 편차 범위에 속하는 것으로 센서 디바이스(330)가 고장인것으로 확인하고(S410), 기상 정보(pf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 제1 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S420).
- [0300] 즉, 제어 모듈(354)은 상기 지역 온도 및 상기 온도 사이의 온도 편차와, 상기 지역 습도 및 상기 습도 사이의 습도 편차 각각이 허용된 제1 편차 범위 내에 속하면, 기상 정보(pf) 및 환경 정보(df) 중 어느 하나와 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 제1 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.

- [0301] 또한, 제어 모듈(354)은 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제1 편차 범위보다 높은 제2 편차 범위에 속하면, 환경 정보(df) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 제1 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0302] 마지막으로, 제어 모듈(354)은 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제2 편차 범위보다 높은 제3 편차 범위에 속하면, 센서 디바이스(320)가 고장인것으로 판단하여 기상 정보(pf) 및 신체 매개 변수(cf)를 기반으로 제1 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0303] 제어 모듈(354)은 상기 수신 시간을 기준으로 상기 위치 좌표에서 설정된 미래 시간의 상기 작업장에 대한 상기 온도 및 상기 습도를 예측하고, 예측한 온도 및 습도에 따라 신체 매개 변수(cf)의 변화를 예측하여 상기 미래 시간에 따른 제1 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0304] 즉, 제어 모듈(354)은 신체 매개 변수(cf)에 포함된 몸무게, 골격근량, 체수분량 및 체지방률 중 적어도 하나와, 설정된 작업자의 신체 정보, 예를 들어, 성별, 나이, 키 등을 고려하여, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도 또는 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도 및 지역 습도에 따라 제1 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0305] (S350) 단계에서, 생체 정보(sf)를 수신하는 경우, 모니터링 장치(350)는 환경 정보(df)에 포함된 온도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도 사이의 온도 편차 및 환경 정보(df)에 포함된 습도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 습도 사이의 습도 편차를 산출할 수 있다(S430).
- [0306] 즉, 모니터링 장치(350)에 포함된 제어 모듈(354)은 환경 정보(df)에 포함된 온도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도를 차감하여 온도 편차를 산출하고, 환경 정보(df)에 포함된 습도와 기상 정보(pf)에 포함된 지역 습도를 차감하여 습도 편차를 산출할 수 있다.
- [0307] 이때, 상기 온도 편차는 상기 온도가 상기 지역 온도보다 큰 경우 플러스값(+)이 출력되고, 상기 습도 편차는 상기 습도가 상기 지역 습도보다 큰 경우 플러스값(+)으로 출력될 수 있다.
- [0308] 모니터링 장치(350)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차가 설정된 제1 편차 범위 내에 속하는지 판단하고 (S440), 상기 제1 편차 범위 내에 속하면 환경 정보(df) 및 기상 정보(pf) 중 어느 하나와 생체 정보(sf)를 기반으로 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S450).
- [0309] 또한, (S440) 단계에서, 상기 제1 편차 범위 내에 속하지 않으면, 모니터링 장치(350)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차가 상기 제1 편차 범위보다 높은 제2 편차 범위에 속하는지 판단하고(S460), 상기 제2 편차 범위 내에 속하면 환경 정보(df) 및 생체 정보(sf)를 기반으로 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S470).
- [0310] 또한, (S460) 단계에서, 상기 제2 편차 범위 내에 속하지 않으면, 모니터링 장치(350)는 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차가 상기 제2 편차 범위보다 높은 제3 편차 범위에 속하는 것으로 센서 디바이스(330)가 고장인것으로 확인하고(S480), 기상 정보(pf) 및 생체 정보(sf)를 기반으로 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다(S490).
- [0311] 즉, 제어 모듈(354)은 상기 지역 온도 및 상기 온도 사이의 온도 편차와, 상기 지역 습도 및 상기 습도 사이의 습도 편차 각각이 허용된 제1 편차 범위 내에 속하면, 기상 정보(pf) 및 환경 정보(df) 중 어느 하나와 생체 정보(sf)를 기반으로 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0312] 또한, 제어 모듈(354)은 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제1 편차 범위보다 높은 제2 편차 범위에 속하면, 환경 정보(df) 및 생체 정보(sf)를 기반으로 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0313] 마지막으로, 제어 모듈(354)은 상기 온도 편차 및 상기 습도 편차 중 어느 하나가 상기 제2 편차 범위보다 높은 제3 편차 범위에 속하면, 센서 디바이스(320)가 고장인것으로 판단하여 기상 정보(pf) 및 생체 정보(sf)를 기반으로 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0314] 제어 모듈(354)은 상기 수신 시간을 기준으로 상기 위치 좌표에서 설정된 미래 시간의 상기 작업장에 대한 상기 온도 및 상기 습도를 예측하고, 예측한 온도 및 습도에 따라 생체 정보(sf)에 포함된 심박수 및 위치 좌표의 변화를 예측하여 상기 미래 시간에 따른 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0315] 즉, 제어 모듈(354)은 생체 정보(sf)에 포함된 심박수와, 설정된 작업자의 신체 정보, 예를 들어, 성별, 나이, 키 등을 고려하여, 환경 정보(df)에 포함된 온도 및 습도 또는 기상 정보(pf)에 포함된 지역 온도 및 지역 습도에 따라 제2 신진대사율(mr)을 산출할 수 있다.
- [0316] 모니터링 장치(350)는 제1, 2 신진대사율의 평균값 또는 제1 신진대사율을 신진대사율(mr)로 산출하고(S500), 신진대사율(mr) 및 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다(S510).

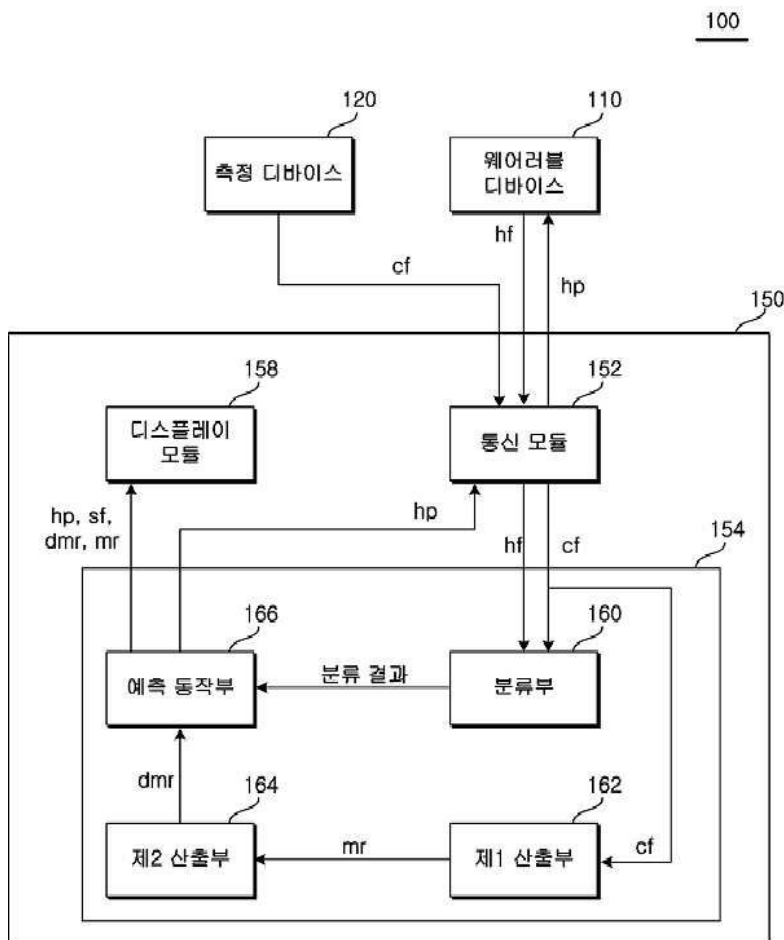
- [0317] 즉, 제어 모듈(354)은 신진대사율(mr) 및 이전 산출된 과거 신진대사율에 따른 신진대사율 변화량(dmr)을 산출할 수 있다.
- [0318] 여기서, 신진대사율 변화량(dmr)은 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량 및 신진대사율(mr)과 바로 직전 산출된 상기 과거 신진대사율 사이의 변화량에 대한 평균 변화량일 수 있으며, 이에 한정을 두지 않는다.
- [0319] 또한, 신진대사율 변화량(dmr)은 설정된 시간당 신진대사율의 변화량으로써, 신진대사량의 증가를 예측할 수 있다.
- [0320] 모니터링 장치(350)는 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 열스트레스 산출지표(hp)를 예측하여 웨어러블 디바이스(310)로 송신할 수 있다(S520).
- [0321] 즉, 제어 모듈(354)은 상기 고위험군 그룹으로 분류된 경우 상기 고위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 고위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0322] 또한, 제어 모듈(354)은 상기 저위험군 그룹으로 분류된 경우 상기 저위험군 그룹에 속하는 다른 작업자들 각각의 신진대사율 변화량별로 설정된 저위험 그룹 열스트레스 산출지표에서 상기 신진대사율 변화량(dmr)에 대응하는 상기 열스트레스 산출지표(hp)로 예측할 수 있다.
- [0323] 여기서, 열스트레스 산출지표(hp)는 직장 온도 및 작업 허용 시간을 포함할 수 있다.
- [0324] 상기 직장 온도는 작업자의 직장 내부에 대한 신체 온도일 수 있으며, 상기 작업 허용 시간은 상기 직장 온도에 따라 작업자가 작업을 수행할 수 있는 미래 시간을 나타낼 수 있다.
- [0325] 제어 모듈(354)은 신진대사율 변화량(dmr)에 따라 대응하는 상기 직장 온도 및 상기 직장 온도가 설정된 기준 직장 온도에 도달하기까지의 상기 작업 허용 시간을 예측할 수 있다.
- [0326] 제어 모듈(354)은 상기 직장 온도 및 상기 작업 허용 시간을 포함하는 열스트레스 산출지표(hp)를 웨어러블 디바이스(310)로 송신함으로써, 작업자가 열스트레스 산출지표(hp)를 확인하여 휴식을 취할 수 있도록하여 사고, 즉 온열 질환으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.
- [0327] 제어 모듈(354)은 디스플레이 모듈(358)로 열스트레스 산출지표(hp)를 작업자 별로 전달할 수 있다.
- [0328] 도 7 내지 도 9에서, (S320) 단계는 분류모델(classification model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여 고위험 그룹 및 저위험 그룹으로 분류하며, (S380) 단계, (S400) 단계, (S450) 단계 및 (S470) 단계는 회귀모델(regression model), 예를 들어 사례기반추론(CBR) 알고리즘을 이용하여 신진대사율을 산출할 수 있다.
- [0329] 이때, 예측 동작부(166, 266, 366)는 [표 1]에서 나타난 바와 같이 독립 변수를 동일하게 적용하고, 종속 변수로서의 직장 온도를 최종적으로 예측할 수 있습니다.
- [0330] 이때, 디스플레이 모듈(358)은 작업자 별로 열스트레스 산출지표(hp)를 디스플레이할 수 있으며, 모니터링 담당자가 작업자 별로 모니터링 관리할 수 있다.
- [0331] 이상 설명된 본 개시에 따른 실시 예는 컴퓨터 상에서 다양한 구성요소를 통하여 실행될 수 있는 컴퓨터 프로그램의 형태로 구현될 수 있으며, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은, 프로그램 명령어를 저장하고 실행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다.
- [0332] 한편, 상기 컴퓨터 프로그램은 본 개시를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 예에는, 컴파일러에 의하여 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함될 수 있다.
- [0333] 본 개시의 명세서(특히 특허청구범위에서)에서 "상기"의 용어 및 이와 유사한 지시 용어의 사용은 단수 및 복수 모두에 해당하는 것일 수 있다. 또한, 본 개시에서 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 적용한 발명을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 발명의 상세한 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다.

[0334] 본 개시에 따른 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 따라 본 개시가 한정되는 것은 아니다. 본 개시에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예들 들어, 등등)의 사용은 단순히 본 개시를 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 본 개시의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 통상의 기술자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 팩터에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0335] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 개시의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 개시가 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안된다.

도면

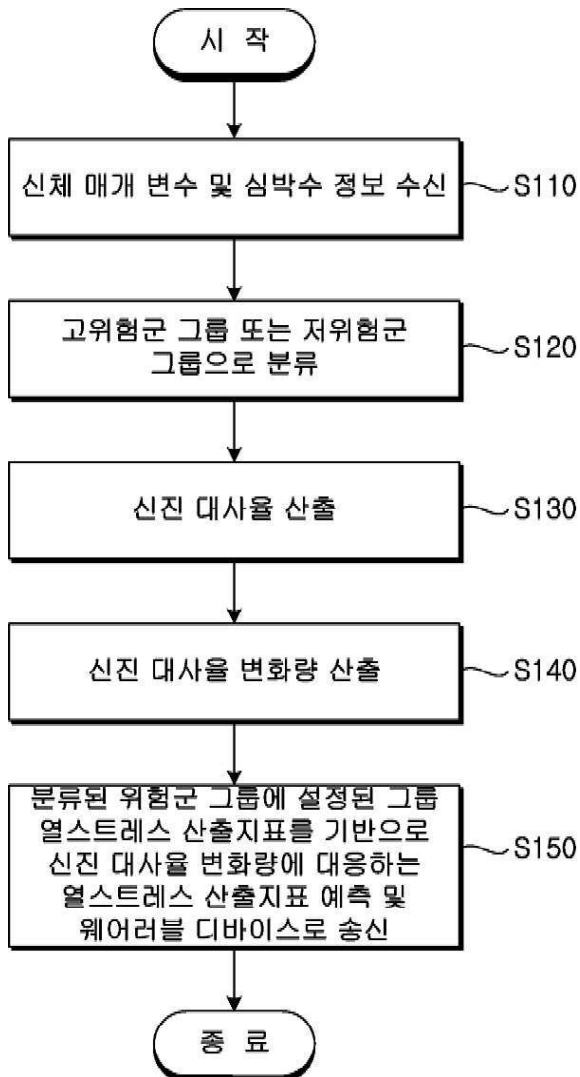
도면1



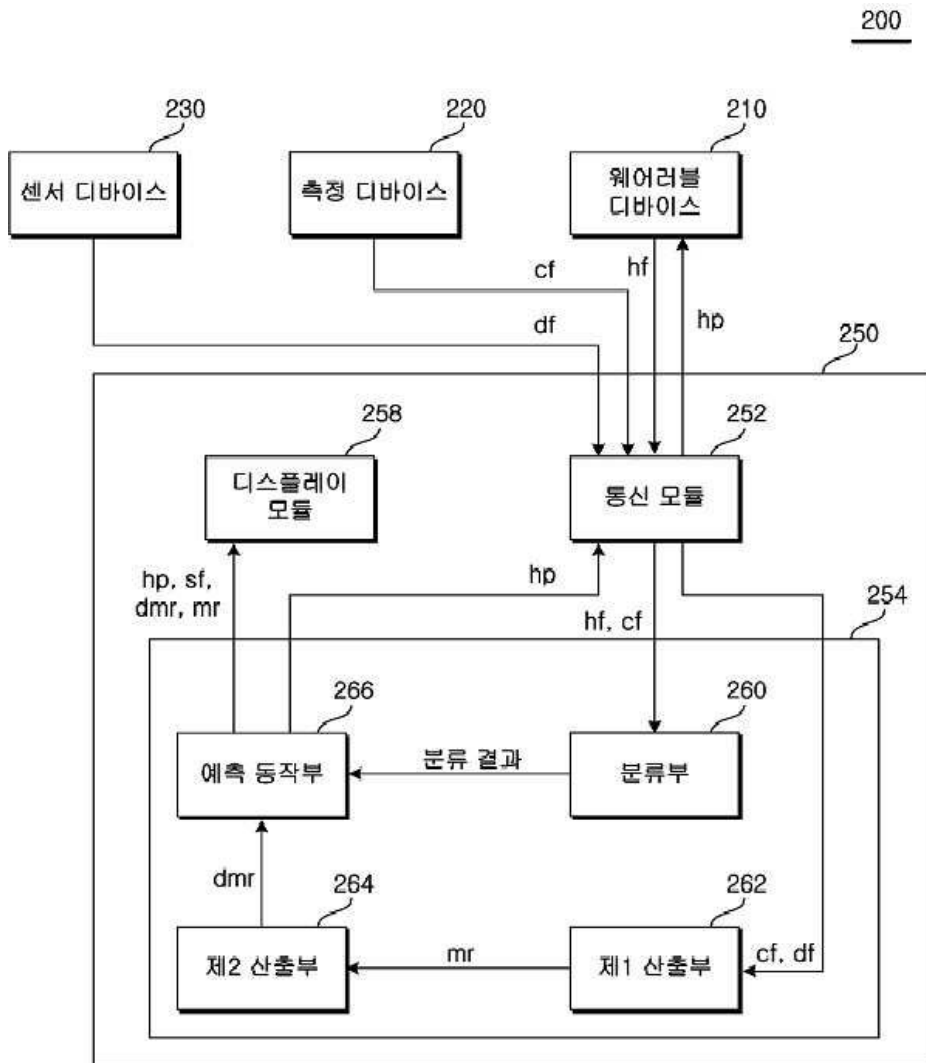
도면2



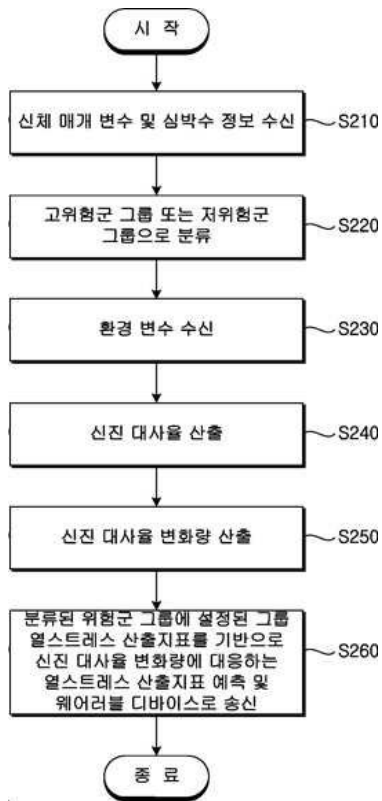
도면3



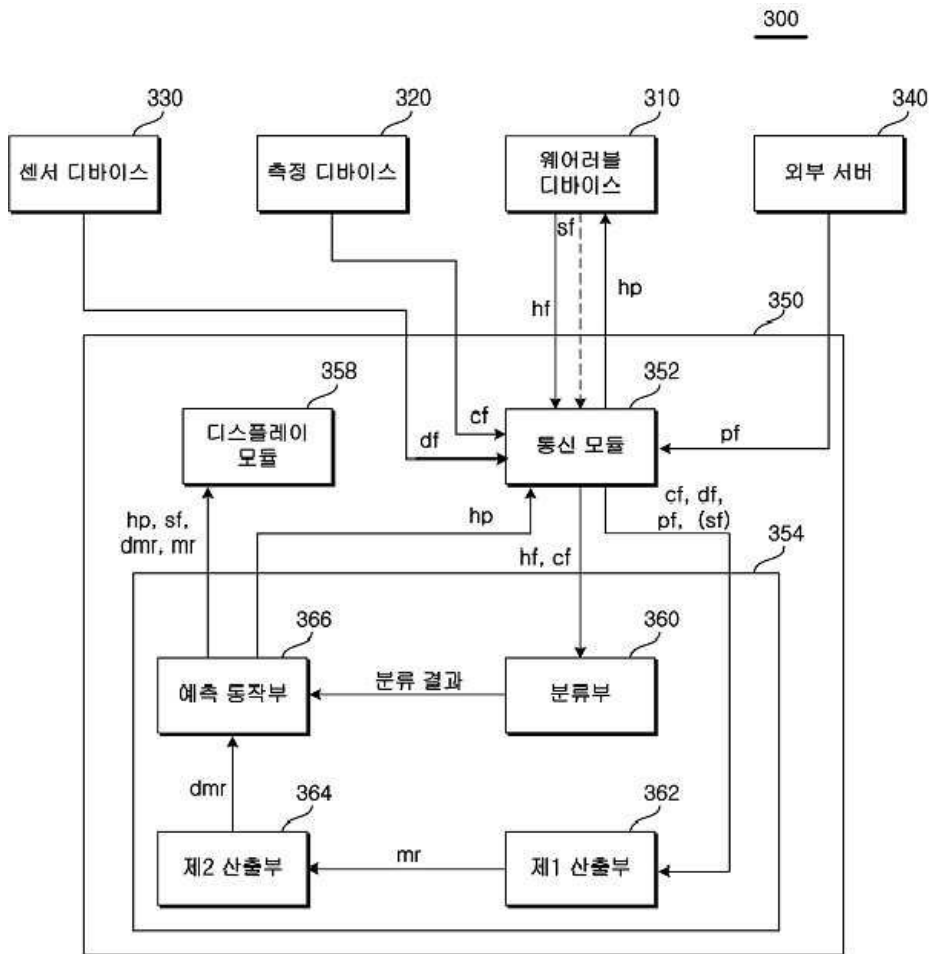
도면4



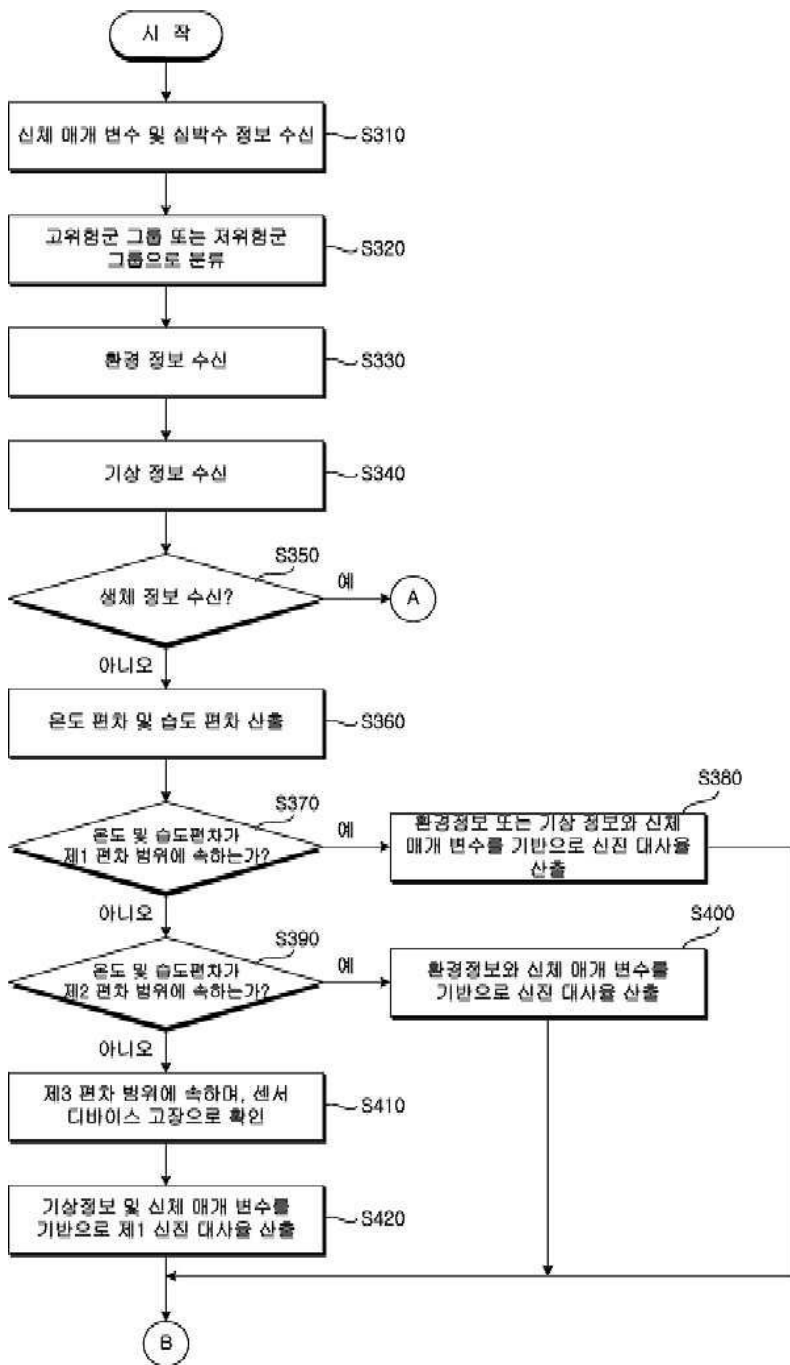
도면5



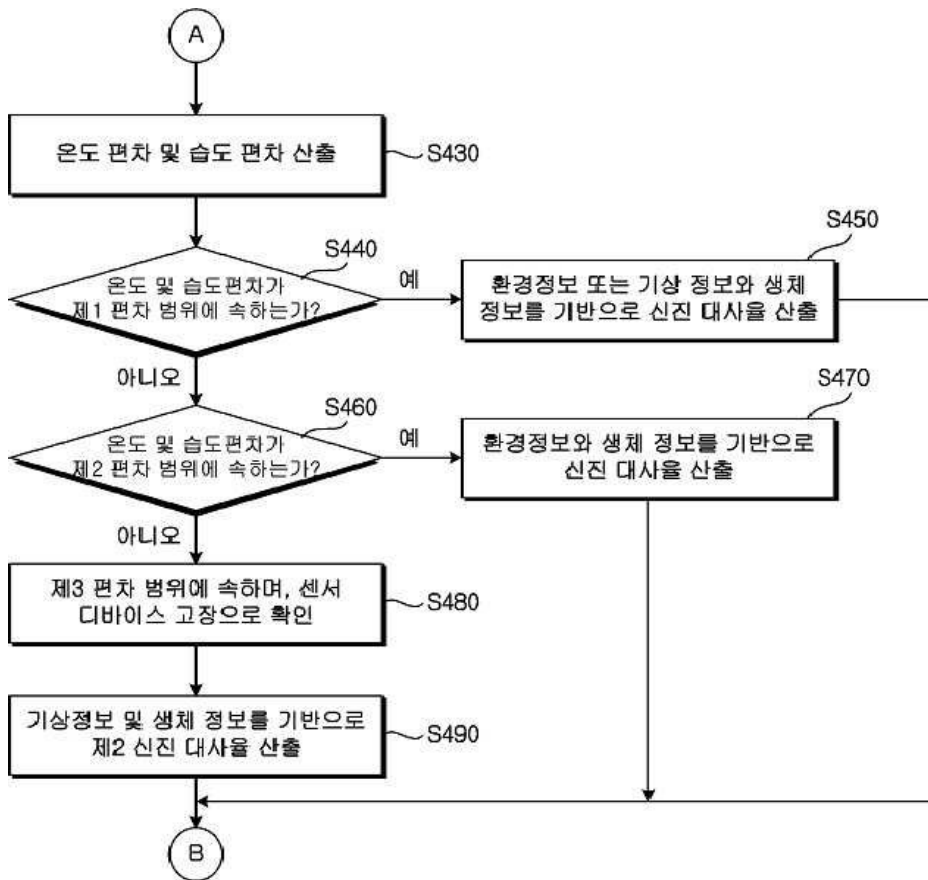
도면6



도면7



도면8



도면9

