



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0073391
(43) 공개일자 2024년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/024 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01) G16H 20/17 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01) G16H 80/00 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/4839 (2013.01)
A61B 5/02438 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0155154

(22) 출원일자 2022년11월18일

심사청구일자 2022년11월18일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

가천대학교 산학협력단

경기도 성남시 수정구 성남대로 1342 (복정동)

(의료)길의료재단

인천광역시 남동구 남동대로774번길 21 (구월동)

(72) 발명자

엄주명

경기도 화성시 동탄순환대로19길 59, 2035동 1104호 (목동, 힐스테이트 동탄)

안희경

인천광역시 남동구 남동대로774번길 21 (구월동)

(74) 대리인

김중선, 이형석

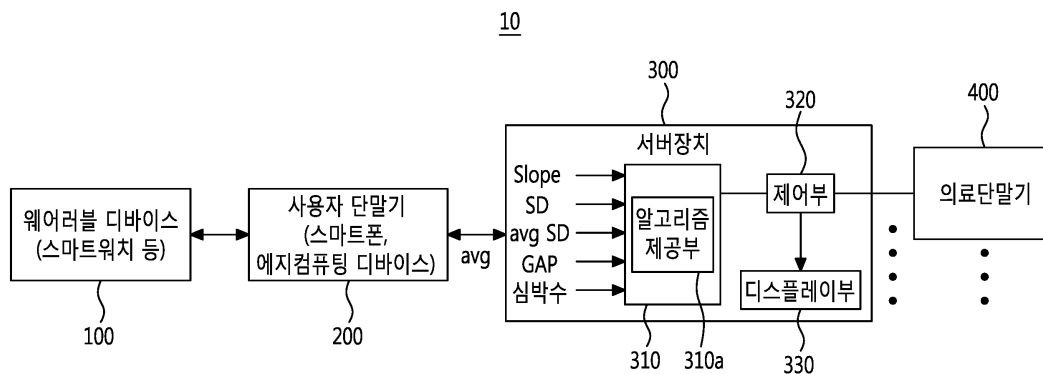
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템

(57) 요약

본 발명은 주사 투여중인 환자의 이상 반응(부작용)을 미리 예측할 수 있는 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템을 제안한다. 본 발명 시스템은, 심박수 센서가 구비된 웨어러블 디바이스; 및 상기 웨어러블 디바이스가 센싱한 심박수에 대한 연속데이터를 입력정보로 하여 환자의 이상 반응을 예측하는 기계학습 수행부를 포함한다. 기계학습 수행부가 제공하는 머신러닝 알고리즘은, 심박수, 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(Age SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(GAP) 정보를 입력받아 학습하여 환자의 이상 반응을 예측하는 MLP(Multi-layer perceptron) 딥러닝 모델이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/1118 (2013.01)

A61B 5/681 (2013.01)

A61B 5/7267 (2013.01)

A61B 5/742 (2021.01)

G16H 20/17 (2021.08)

G16H 50/70 (2018.01)

G16H 80/00 (2021.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711174034
과제번호	00155911
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능융합혁신인재양성(R&D)
연구과제명	인공지능융합혁신인재양성(경희대학교)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교산학협력단
연구기간	2022.07.01 ~ 2025.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

심박수 센서가 구비된 웨어러블 디바이스; 및

상기 웨어러블 디바이스가 센싱한 심박수에 대한 연속데이터를 입력정보로 하여 환자의 이상 반응을 예측하는 기계학습 수행부를 포함하고,

상기 기계학습 수행부가 제공하는 머신러닝 알고리즘은, MLP(Multi-layer perceptron) 딥러닝 모델인 것을 특징으로 하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기계학습 수행부를 구비하는 서버장치 또는 사용자 단말기; 및

상기 기계학습 수행부의 학습 결과에 따라 환자의 이상 반응에 대한 예측결과를 전송받는 의료 단말기를 더 포함하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기계학습 수행부는,

심박수, 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(Age SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(GAP) 중 적어도 하나를 입력으로 하여 학습하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 심박수 변화량은,

현재의 센싱 시점을 기준으로 소정 시간 이전부터 센싱된 심박수 정보를 포함하고,

상기 기계학습 수행부는,

상기 심박수 변화량을 체크하여 환자의 이상 반응 여부를 예측하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 웨어러블 디바이스는,

환자의 활동상태나 보행수를 센싱하는 진동센서를 더 포함하고,

상기 기계학습 수행부의 학습결과는 상기 예측결과와 함께 환자의 활동 상태를 함께 제공하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 서버장치는,

상기 기계학습 수행부의 학습결과를 표시하는 디스플레이부를 포함하고,

상기 디스플레이부는 x축/y축 그래프 형태로 정보를 표시하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 학습결과는,

x축의 시간 흐름에 따라 y축에 제공된 특정 기준라인을 중심으로 상기 기준라인의 상부에는 환자의 활동상태를 표시하고, 상기 기준라인의 하부에는 환자의 부작용 정도를 표시하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템.

청구항 8

웨어러블 디바이스가 사용자의 심박수를 센싱하는 센싱단계;

서버 장치 또는 사용자 단말기에 구비된 기계학습 수행부가 센싱된 심박수를 학습하여 환자의 이상 반응을 예측하는 예측단계; 및

상기 예측 결과 이상 반응 발생이 예측되면, 상기 기계학습 수행부가 의료 단말기에 예측 정보를 전송하는 전송 단계를 포함하여 수행되는 것을 특징으로 하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 센싱된 심박수 정보를 이용하여 상기 웨어러블 디바이스의 착용상태를 검증하는 단계를 더 포함하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 기계학습 수행부는,

MLP(Multi-layer perceptron) 딥러닝 모델을 이용하며,

상기 MLP 딥러닝 모델은, 심박수, 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(Age SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(GAP) 중 적어도 하나를 입력으로 하여 학습하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 심박수 변화량은,

현재의 센싱 시점을 기준으로 소정 시간 이전부터 센싱된 심박수 정보를 이용하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 예측단계 전에 학습데이터를 학습하는 학습단계를 더 포함하고,

상기 예측 단계는, 상기 학습단계의 학습 데이터를 기초로 환자의 과거 심박수의 변화량을 학습하여 예측 심박수를 계산하고, 상기 계산된 예측 심박수와 현재 심박수의 추이를 비교한 후, 상기 비교 결과에 따라 환자의 부작용 상태 여부를 예측하는, 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 주사 투여중인 환자의 이상 반응(부작용)을 미리 예측할 수 있도록 한 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템 및 모니터링 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존에 환자의 주사 관련 이상반응을 모니터링 할 수 있는 장비의 예로 심전도(EKG) 모니터링 시스템이 있다. 그러나 상기 EKG 모니터링 시스템은 심박수를 정확하게 측정할 수 있으나, 환자가 직접 착용할 수 없고 무겁기 때문에 사용이 제한적이다. 또 신체 부위에 전극을 부착한 상태에서 전압 변화를 기록하여 모니터링 해야 하기 때문에 병원과 같은 특정 장소에서만 사용이 가능하다. 그리고 만성 질환자의 경우 병원 방문 시에만 측정할 수 있어 이용이 불편할 수 밖에 없다.

[0003] 근래 건강에 대한 관심이 높아지면서 웨어러블 디바이스의 사용이 증가추세이다. 이러한 웨어러블 디바이스는 심박수를 기초로 보행 수를 체크하거나 수명 상태 등을 모니터링 하는 등 일반적인 건강관리에 초점이 맞춰져 있다. 나아가 스마트 헬스 케어 산업의 필요성과 그 역할에 대해 관심이 쏠리면서, 다양한 연구들에서 항암 등의 병원치료를 받는 환자를 대상으로 웨어러블 디바이스의 가용성이 테스트된 바 있다. 다만 웨어러블 디바이스의 사용은 아직까지 주사 투여 등으로 나타나는 부작용이나 이상 반응 등, 예를 들면 발열, 오한, 홍조, 가려움, 호흡곤란, 가슴 답답함, 복통, 오심, 구토, 설사, 발진, 저혈압 등을 모니터링하고 예측하는 기능은 적용되고 있지 않다. 이는 현재 상용화된 웨어러블 디바이스 대부분이 저해상도 센서가 사용되고 있어, 민감하고 정밀한 의학적인 현상을 인지하는데 한계가 있기 때문이다.

[0004] 따라서 더 간단한 방법으로 주사 주입 중 발생할 수 있는 부작용 등을 모니터링 하는 방안이 절대적으로 필요하다. 주사 주입 중 부작용이 초기에 발견되는 경우 투약을 중단하거나 간단한 처치로 호전될 수 있지만, 환자가 이러한 부작용을 알리지 않고 참다가 증상이 심각해졌을 때 발견되는 경우도 있기 때문이다.

[0005] 또 주사를 투입한 후에도 일정 시간 동안 모니터링이 필요하다. 주사 투여 후에 1~2시간 경과한 후에도 부작용이 발생할 수 있기 때문이다. 이럴 경우 즉각적인 대처가 요구되나, 아직까지도 주사 관련 부작용은 환자가 직접 의사나 간호사분들에게 알려주는 방법이 전부라고 할 수 있어, 부작용 등으로 인한 대처가 늦고 이에 인명사고를 초래하는 경우도 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2019-0100657호(2019. 08. 29, 환자 모니터링용 웨어러블 장치 및 이를 이용한 모니터링 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 환자가 약물을 주사 투여 받는 동안 발생하는 이상반응이나 부작용 등을 예측할 수 있는 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 저해상도 센서를 구비한 상용 웨어러블 디바이스를 이용하더라도 주사 투여중인 환자의 상태를 정확하게 예측이 가능한 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은 장소 및 시간에 상관없이 편리하게 주사 투여중인 환자 상태를 모니터링 하는 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 주사 투입 후에도 환자 상태를 모니터링 할 수 있는 시스템 및 부작용 예측방법을 제

공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템은, 심박수 센서가 구비된 웨어러블 디바이스; 및 상기 웨어러블 디바이스가 센싱한 심박수에 대한 연속데이터를 입력정보로 하여 환자의 이상 반응을 예측하는 기계학습 수행부를 포함하고, 상기 기계학습 수행부가 제공하는 머신러닝 알고리즘은, MLP(Multi-layer perceptron) 딥러닝 모델인 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 기계학습 수행부를 구비하는 서버장치 또는 사용자 단말기; 및 상기 기계학습 수행부의 학습 결과에 따라 환자의 이상 반응에 대한 예측결과를 전송받는 의료 단말기를 더 포함한다.

[0014] 상기 기계학습 수행부는, 심박수, 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(Age SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(GAP) 중 적어도 하나를 입력으로 하여 학습한다.

[0015] 상기 심박수 변화량은, 현재의 센싱 시점을 기준으로 소정 시간 이전부터 센싱된 심박수 정보를 포함하고, 상기 기계학습 수행부는 상기 심박수 변화량을 체크하여 환자의 이상 반응 여부를 예측한다.

[0016] 상기 웨어러블 디바이스는, 환자의 활동상태나 보행수를 센싱하는 진동센서를 더 포함하고, 상기 기계학습 수행부의 학습결과는 상기 예측결과와 함께 환자의 활동 상태를 함께 제공한다.

[0017] 상기 서버장치는, 상기 기계학습 수행부의 학습결과를 표시하는 디스플레이부를 포함하고, 상기 디스플레이부는 x축/y축 그래프 형태로 정보를 표시한다.

[0018] 상기 학습결과는, x축의 시간 흐름에 따라 y축에 제공된 특정 기준라인을 중심으로 상기 기준라인의 상부에는 환자의 활동상태를 표시하고, 상기 기준라인의 하부에는 환자의 부작용 정도를 표시한다.

[0019] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 방법은, 웨어러블 디바이스가 환자의 심박수를 센싱하는 센싱단계; 서버 장치 또는 사용자 단말기에 구비된 기계학습 수행부가 센싱된 심박수를 학습하여 환자의 이상 반응을 예측하는 예측단계; 및 상기 예측 결과 이상 반응 발생이 예측되면, 상기 기계학습 수행부가 의료 단말기에 예측 정보를 전송하는 전송단계를 포함하여 수행된다.

[0020] 상기 센싱된 심박수 정보를 이용하여 상기 웨어러블 디바이스의 착용상태를 검증하는 단계를 더 포함한다.

[0021] 상기 기계학습 수행부는, MLP(Multi-layer perceptron) 딥러닝 모델을 이용하며, 상기 MLP 딥러닝 모델은, 심박수, 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(Age SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(GAP) 중 적어도 하나를 입력으로 하여 학습한다.

[0022] 상기 심박수 변화량은, 현재의 센싱 시점을 기준으로 소정 시간 이전부터 센싱된 심박수 정보를 이용한다.

[0023] 상기 예측단계 전에 학습데이터를 학습하는 학습단계를 더 포함하고, 상기 예측 단계는, 상기 학습단계의 학습데이터를 기초로 환자의 과거 심박수의 변화량을 학습하여 예측 심박수를 계산하고, 상기 계산된 예측 심박수와 현재 심박수의 추이를 비교한 후, 상기 비교 결과에 따라 환자의 부작용 상태 여부를 예측하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 이와 같은 본 발명에 따르면, 주사 중인 환자의 심박수 변화를 웨어러블 디바이스를 통해 센싱하고, 기계 학습한 결과를 이용하여 주사 관련 이상반응을 예측하고 의료진에게 안내할 수 있다. 따라서 주사 부작용 등에 대해 빠른 대처가 가능하여 사고 발생을 효과적으로 방지할 수 있다.

[0025] 본 발명에 따르면, 환자가 주사 중 또는 주사 후의 일정 시간 동안 웨어러블 디바이스를 통한 심박수의 변화를 계속하여 모니터링할 수 있기 때문에, 시간 및 장소에 구애받지 않고 주사 부작용에 대한 적절한 대응이 가능하다.

[0026] 본 발명에 따르면, 환자의 심박수 변화정보를 네트워크를 통해 전송받을 수 있어, 의료진이 없는 도서지방의 의

료 서비스에도 효과적으로 사용이 가능하다.

- [0027] 본 발명에 따르면, 현재 사용중인 저해상도 센서가 탑재된 상용 웨어러블 디바이스를 활용하더라도 충분히 주사 주입중인 환자의 부작용 여부를 예측할 수 있다. 따라서 웨어러블 디바이스 교체로 인한 비용 손실을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 약물 관련 주입 반응 탐지를 위한 웨어러블 디바이스용 모니터링 시스템의 전체 구성도이다.

도 2는 본 발명에 따라 주사 주입 중인 환자 반응을 모니터링 하는 모식도이다.

도 3은 본 발명에 따라 주사 주입 시 환자 반응을 모니터링하는 과정을 설명하는 흐름도이다.

도 4는 웨어러블 디바이스의 착용상태를 확인할 수 있는 그래프이다.

도 5a는 머신러닝 알고리즘이 심박수 정보만 학습하여 예측한 결과 그래프, 도 5b는 머신러닝 알고리즘이 심박수 정보, 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(avg SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(Gap) 정보를 모두 학습하여 예측한 결과 그래프이다.

도 6은 본 발명에 따라 환자의 이상반응을 예측하는 기계학습과정을 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0030] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [0031] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0032] 공간적으로 상대적인 용어인 아래(below, beneath, lower), 위(above, upper) 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관 관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 아래(below, beneath)로 기술된 소자는 다른 소자의 위(above, upper)에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 아래는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 소자는 다른 방향으로도 배향될 수 있고, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

- [0033] 본 발명에서 사용되는 “부” 또는 “부분” 등의 일부분을 나타내는 표현은 해당 구성요소가 특정 기능을 포함할 수 있는 장치, 특정 기능을 포함할 수 있는 소프트웨어, 또는 특정 기능을 포함할 수 있는 장치 및 소프트웨어의 결합을 나타낼 수 있음을 의미하나, 꼭 표현된 기능에 한정된다고 할 수는 없으며, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

- [0034] 또한, 본 발명에서 사용되는 모든 전기 신호들은 일 예시로서, 본 발명의 회로에 반전기 등을 추가적으로 구비하는 경우 이하 설명될 모든 전기 신호들의 부호가 반대로 바뀔 수 있음을 유의해야 한다. 따라서, 본 발명의 권리범위는 신호의 방향에 한정되지 않는다.

- [0035] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.
- [0036] 이하에서는 도면에 도시한 실시 예에 기초하면서 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 주사 주입 시, 부작용이나 이상 여부 등의 환자 상태를 모니터링 하는 시스템의 전체 구성도이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 모니터링 시스템(10)은 사용자(즉 환자라고 칭하기로 함)가 착용하는 웨어러블 디바이스(100), 그리고 웨어러블 디바이스(100)가 수집한 생체 신호, 즉 심박수 정보를 분석하고 환자가 느끼는 부작용 등을 예측하여 제공하는 서버장치(300)를 포함한다.
- [0039] 웨어러블 디바이스(100)는, 환자 손목에 착용했을 때 무거움을 느끼거나 일상생활에 방해가 되지 않을 정도의 가볍고 작은 스케일을 가지는 스마트 워치나 스마트 밴드 등과 같은 상용 웨어러블 디바이스일 수 있다. 웨어러블 디바이스(100)는 저해상도 센서가 탑재되며, 도면에 도시하지 않았지만 저해상도 센서로서 환자의 심박수를 센싱하는 심박수 센서, 환자의 활동상태(누워있거나 이동 상태 등)나 보행수를 센싱하는 진동센서를 포함할 수 있다. 상기 심박수 센서 및 진동 센서가 센싱한 데이터는 환자의 활동정보와 부작용 여부를 모니터링 하는 데이터로 활용한다.
- [0040] 그리고 웨어러블 디바이스(100)에 구비된 상기 센서들은 손목과 닿는 부분의 표면이나 디바이스 내부에 장착된다. 센싱 효과를 향상시키기 위해서이다.
- [0041] 알려진 바와 같이 웨어러블 디바이스(100)는 환자의 심박수 및 운동상태를 센싱하고, 센싱결과를 기록할 수 있다. 본 발명은 주사 주입 시에 환자의 심박수 변화를 모니터링 하여 주사 주입 시 환자가 느끼는 불편함을 미리 감지하고 예측하는데 이처럼 널리 사용되는 상용 웨어러블 디바이스(100)를 이용하는 것이다. 그리고 상용 웨어러블 디바이스(100)의 센서들 특성에 맞게 환자 상태를 모니터링 하기 위해 머신러닝 알고리즘이 활용되는데, 이는 아래에서 살펴보기로 한다. 즉 환자에게 주사 주입 시 심박수 변화가 일반적으로 동반되는데 환자가 불편함을 심각하게 인지하기 전에 이러한 심박수 변화를 이용하여 환자의 상태변화를 파악하는 것이다.
- [0042] 서버장치(300)는, 웨어러블 디바이스가(100) 수집한 데이터를 기초로 하여 주사 투여중인 환자 상태를 모니터링 하는 역할을 한다. 모니터링 결과는 웨어러블 디바이스(100) 및 의료단말기(400)로 전송될 수 있다.
- [0043] 서버장치(300)는 주사 투여중인 환자가 느끼는 부작용을 예측하기 위해 기계학습 수행부(310)를 포함한다. 기계학습 수행부(310)는 알고리즘 제공부(310a)를 구비하며, 알고리즘은 머신러닝 알고리즘일 수 있다. 그리고 본 실시 예에서 머신러닝 알고리즘은 심박수에 대한 연속데이터를 입력정보로 하여 환자의 이상 반응을 예측하는 MLP(Multi-layer perceptron) 딥러닝 모델일 수 있다. 상기 MLP 딥러닝 모델은 복수 명의 데이터를 동시에 학습할 수 있는 모델로서, 실시 예의 MLP 딥러닝 모델은 4개의 레이어, 8개의 출력을 가지며, 출력정보는 원-핫 인코딩(one-hot encoding)을 이용한 4가지 이벤트에 대한 참과 거짓으로 제공할 수 있다. 물론 본 발명은 상기한 알고리즘으로 한정되지 않고, 주사 도중 환자의 부작용 등을 예측할 수 있는 다른 종류나 형태의 알고리즘 등도 충분히 적용할 수 있음은 당연할 것이다. 또 알고리즘 제공부(310a)에 적어도 둘 이상의 예측 알고리즘이 구비되도록 하여, 상황에 따라 어느 하나의 알고리즘을 선택하여 사용하는 것도 가능하다.
- [0044] 본 발명의 실시 예는 환자 부작용의 정확한 모니터링을 위해 심박수와 함께 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(Age SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(GAP)의 4가지 정보를 더 이용한다. 여기서 상기한 정보들 모두를 학습 데이터로 이용할 수 있거나, 적어도 하나를 포함하는 형태로 조합하여 학습 데이터로 이용할 수 있다. 한편 심박수 변화량은 대략 10분 전부터의 심박수 변화량을 이용한다. 실험을 통해 10 ~ 12분 전부터의 심박수 변화를 학습하면 현재 시점에서 1 ~ 2분 이내에 발생할 수 있는 부작용을 인지할 수 있음을 확인하였기 때문이다. 다시 말해, 이전의 약 10분 전의 정상상태를 기초로 심박수의 변화를 선행하여 검출하게 되면, 부작용 여부를 미리 인지할 수 있는 것이다.
- [0045] 서버장치(300)는 MLP 딥러닝 모델의 출력 값을 기초로 하여 환자의 이상 반응 결과를 웨어러블 디바이스(100) 및 의료단말기(400)로 전송 처리하는 제어부(320)를 포함할 수 있다. 또 서버장치(300)는, 예측결과를 환자별/시간별로 저장한 상태에서 의료진 또는 환자 요청에 따라 저장된 정보를 분석 항목별로 그래프 등으로 화면 표시하는 디스플레이부(330)를 더 포함할 수 있다.
- [0046] 본 발명에 따르면, 의료단말기(400)를 더 포함할 수 있다. 의료단말기(400)는 병원 등의 의료기관용 단말장치이거나, 의사나 간호사 등의 의료진, 간병인 등이 휴대하는 단말장치일 수 있다. 환자의 이상 반응 발생시에 의료

진이 이를 빠르게 인지하고 대처하기 위함이다.

- [0047] 본 발명에 따르면, 웨어러블 디바이스(100)가 수집한 정보들을 서버장치(300)로 전송하기 위한 사용자 단말기(200)를 더 포함할 수 있다. 사용자 단말기(200)는 웨어러블 디바이스(100)가 서버장치(300)로 정보를 충분히 전송할 수 있는 조건이라면 반드시 필요하지 않을 수 있다. 예컨대 웨어러블 디바이스(100)에 통신 기능이 내장된 경우가 해당할 수 있다. 반면 이외에는 웨어러블 디바이스(100)와 서버장치(300) 간에 정보 송수신이 가능하도록 통신 기능을 제공하는 사용자 단말기(200)가 필요하다. 사용자 단말기(200)의 일 예로 환자 자신의 스마트폰이나 에지 컴퓨팅 디바이스(edge computing device)일 수 있다. 스마트 폰인 경우 웨어러블 디바이스(100)와 스마트 폰 간의 페어링 과정이 필요할 수 있다.
- [0048] 한편 본 발명은 사용자 단말기(200)가 위에서 말한 기계학습 수행부(310)를 포함하여 구성하는 것도 가능하다. 이러한 구성에서는 사용자 단말기(200)가 주사중인 환자의 심박수 변화여부를 직접 모니터링하고, 이상 발생시 서버장치(300)로 전송하게 된다. 사용자 단말기(200)에 머신러닝 알고리즘을 제공할 경우, 사용자 단말기(200)가 환자와 가까운 거주공간 등에 설치되어 환자 개인별로 정보를 빠르게 처리할 수 있다는 점에서 더 효과적일 수 있을 것이다.
- [0049] 도 2는 본 발명에 따라 주사 주입 중인 환자 반응을 모니터링 하는 모식도이다.
- [0050] 도 2에 도시한 바와 같이, 환자가 주사 주입 동안 웨어러블 디바이스(100)는 환자의 심박수를 측정하고, 그 결과는 도면부호 200으로 표기한 사용자 단말기 또는 에지 컴퓨팅 디바이스로 전달된다. 일 실시 예에 따라 상기 사용자 단말기 또는 에지 컴퓨팅 디바이스는 웨어러블 디바이스(100)가 수집한 센싱 정보를 처리하여 환자 상태를 모니터링할 수 있다. 모니터링 결과는 서버장치(300)로 전달된다.
- [0051] 그리고 항암 주사 동안 부작용 등의 이벤트, 주사 시작/종료/중단/재시작 등의 주사 주입시간(infusion time) 등은 기록된다.
- [0052] 도 3은 본 발명에 따라 주사 주입 시 환자 반응을 모니터링하는 과정을 설명하는 흐름도이다.
- [0053] 예를 들어, 항암 치료를 위해 주사제를 투여받는 환자는 웨어러블 디바이스(100)를 착용한다(S100). 웨어러블 디바이스(100)를 착용한 시점 이후부터 그 웨어러블 디바이스(100)의 심박수 센서 및 진동 센서는 환자의 심박수와 활동상태를 감지하기 시작한다(S110).
- [0054] 이때 웨어러블 디바이스(100)의 착용상태를 검증할 수 있다(S120). 환자가 웨어러블 디바이스(100)의 착용 시점 이후부터 소정 시간 동안 심박수 변화를 체크하고, 심박수 변화가 일정하지 않는 경우 알람을 제공하게 된다.
- [0055] 웨어러블 디바이스의 착용상태는 도 4를 참조할 수 있다. 이를 참조하면, 도 4의 (a)는 심박수가 소정 시간 동안 일정하지 않고 계속해서 변화가 있는 상태임을 알 수 있다. 심박수가 일정하지 않다는 것은 웨어러블 디바이스(100)를 느슨하게 착용하고 있어 심박수를 정확하게 측정할 수 없음을 의미할 수 있다. 따라서 이와 같은 경우 웨어러블 디바이스(100)를 다시 착용하도록 웨어러블 디바이스(100)가 자체적으로 알람 등의 안내를 할 수 있다. 또는 사용자 단말기(200)나 에지 컴퓨팅 디바이스가 웨어러블 디바이스(100)가 측정된 심박수 정보를 확인하여 안내하는 것도 가능하다. 반면 (b)는 심박수가 일정하게 측정되고 있는 상태로서, 웨어러블 디바이스(100)를 올바르게 착용한 상태이다. (b)와 같은 경우에만 주사 도중 환자가 느끼는 부작용 등을 정확하게 예측 가능하다.
- [0056] 웨어러블 디바이스(100)는 감지된 정보들을 네트워크를 통해 에지 컴퓨팅 디바이스(200) 또는 서버장치(300)로 실시간 전송한다. 그러면 에지 컴퓨팅 디바이스(200) 또는 서버장치(300)는 머신러닝 알고리즘을 이용하여 심박수 변화를 모니터링 한다.
- [0057] 머신러닝 알고리즘의 동작은, 웨어러블 디바이스(100)가 수집한 심박수에 대한 연속 데이터를 입력 데이터로 이용하여 부작용을 예측할 수 있지만, 정확도 향상을 위해 심박수 정보 이외에 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(Age SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(GAP)의 4가지 데이터를 더 이용하여 학습할 수 있다(S130).
- [0058] 특히 머신러닝 알고리즘은 대략 10분전부터 심박수 변화량 정보를 이용하여 학습한다. 구체적으로 환자가 주사를 받는 동안 부작용 등의 이상반응이 발생할 수 있는데, 이 경우 환자의 심박수 변화가 동반된다. 그래서 정상 상태에서의 심박수를 기준으로 센싱되는 연속 심박수의 변화를 학습하여 1 ~ 2분 내에 발생할 수 있는 부작용을 찾아낸다.

- [0059] 상기한 머신러닝 알고리즘의 학습 결과의 예는 도 5를 참조하기로 한다. 도 5a는 머신러닝 알고리즘이 심박수 정보만 학습하여 예측한 결과 그래프, 도 5b는 머신러닝 알고리즘이 심박수 정보와 함께 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(avg SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(Gap) 정보를 모두 학습하여 예측한 결과 그래프이다.
- [0060] 그래프에서 x축은 시간, y축의 weight는 환자의 활동상태 및 부작용을 나타낸다. Weight의 숫자 3.0은 환자가 누워있는 상태이고, 이를 기준으로 4.0은 환자가 화장실을 가는 등의 이동 상태를 나타내고, 반대로 숫자가 2.5, 2.0, 1.5, 1.0으로 내려 갈수록 부작용(통증 등)이 커지는 상태를 나타낸다. 예컨대 2.5에서 1.0으로 갈수록 통증이 더 커지는 것을 의미할 수 있다.
- [0061] 도 5a는 심박수 데이터만을 입력 데이터로 활용하였고, Epoch는 1000, 학습률(learning rate)는 0.1의 조건에 따른 결과이다. 파란색 라인은 실측 결과, 빨간색 라인은 예측 결과를 나타낸다. 이 둘을 비교하면 적중율이 높지 않다는 것을 알 수 있다. 환자의 부작용 및 활동 상태에 대한 예측 결과가 많이 벗어나고 있음을 나타낸다.
- [0062] 도 5b는 5가지 데이터를 입력 데이터로 활용하여 학습한 결과이다. Epoch는 500이고, 학습률(learning rate)는 0.01이다. 도 5b를 보면 실측 결과와 예측 결과가 거의 일치하고 있음을 알 수 있다. 약 97%의 적중률을 나타냈다. 즉 환자가 이동하는 상태(M으로 표기)이거나 또는 부작용이 있는 경우(N으로 표기), 대부분 정확하게 예측하고 있다.
- [0063] 상기 도 5a 및 도 5b에서 환자가 누워있고, 어떠한 부작용이 발생하지 않는다면, weight는 숫자 3.0에 직선으로 표현될 것이다.
- [0064] 이러한 실험 결과에 따르면, 심박수 정보, 심박수 변화량(slope), 심박수 변화의 표준편차(SD), 표준편차 평균(avg SD), 심박수 변화와 표준편차의 차에 대한 절대값(Gap) 정보를 모두 학습한 경우가 환자의 이상상태나 부작용 발생을 조기에 감지할 수 있음을 확인할 수 있었다.
- [0065] 도 3을 다시 참조하면, 머신러닝 알고리즘에 의한 학습 결과값은 서버장치(300)가 실시간으로 전송 받는다(S140). 그리고 서버장치(300)의 제어부(320)는 환자에게 부작용 발생이 예측된 경우(S150), 의료단말기(400)로 안내 메시지를 전송하거나 알람을 발생한다(S160).
- [0066] 이에 의료단말기(400)를 휴대한 의사나 간호사, 간병인은 환자 상태를 즉각 인지할 수 있어 빠르고 적극적인 대처가 가능하다.
- [0068] 도 6은 본 발명에 따라 환자의 이상반응을 예측하는 기계학습과정을 설명하는 흐름도이다.
- [0069] 기계학습과정은 서버장치(300)가 수행한다. 기계학습과정은 학습단계(S200) 및 예측단계(S300)를 포함할 수 있다.
- [0070] 학습단계(S200)는, 환자상태 및 환자 상태별 분당 심박수 정보를 데이터 셋으로 사용한다(S210). 환자 상태는 예를 들면, 정상상태, 통증상태(통증단계를 구분할 수 있음), 이동상태 등으로 구분할 수 있을 것이다.
- [0071] 그리고 상기 데이터 셋을 입력으로 하여 기계 학습한다(S220). 기계학습은 환자 상태별로 분당 심박수 정보의 일치 여부를 확인하는 과정일 수 있다(S230). 이러한 학습 결과에 따라 환자 상태와 분당 심박수 정보가 상이하면, 역전파를 통해 실제 데이터와의 차이를 계산하고(S240), 그 차이만큼 가중치를 갱신하여 다시 기계 학습하도록 한다(S250).
- [0072] 상기 기계 학습은 환자 상태와 분당 심박수 정보가 일치하거나 기 정의된 오차 범위 이내가 될 때까지 반복하여 수행되며, 기계 학습 결과는 예측 단계에 적용될 것이다(S260).
- [0073] 이러한 학습단계에 따라 학습이 완료된 이후에는 실제 환자의 심박수를 센싱하고 이상반응을 예측하는 예측단계가 수행된다.
- [0074] 예측단계(S300)는, 먼저 환자가 착용한 웨어러블 디바이스(100)가 분당 심박수를 10분간 지속적으로 센싱하고(t, t-10), 10분간의 심박수 변화상태를 기계 학습한다. 시간 경과에 따라 심박수 변화상태는 계속하여 변경될 것이다. 그리고 상기한 기계학습 결과로 예측 심박수(t+10, t)가 계산되어 출력된다(S310).
- [0075] 예측 심박수(t+10, t)는 현재 심박수(t+10, t)와 차이가 비교된다(S320). 예측 심박수는 기계학습에 따라 기준이 되는 값일 수 있다.

[0076] 비교 결과(S330), 환자의 현재 심박수가 예측 심박수에서 기 설정된 임계범위를 벗어난 경우, 환자가 통증 등이 수반된 부작용이 발생한 것으로 예측하고, 의료단말기(400) 등에 통보한다(S340). 반면 현재 심박수가 예측 심박수와 임계범위 이내이면, 환자가 정상상태나 통증 없이 이동하는 상태로 판단할 수 있다(S350).

[0078] 이와 같이 본 발명은 5가지의 특징 값을 입력으로 받아 MLP 딥러닝 모델을 이용하여 학습한 결과 환자의 이상상태나 부작용 발생 여부를 미리 예측하고, 예측 결과를 의료단말기를 통해 의료인이 인지할 수 있도록 함으로써, 주사액 주입 중에 환자가 부작용 등을 의료인에게 직접 알리지 않더라도 부작용에 대한 적절한 대응이 가능하다.

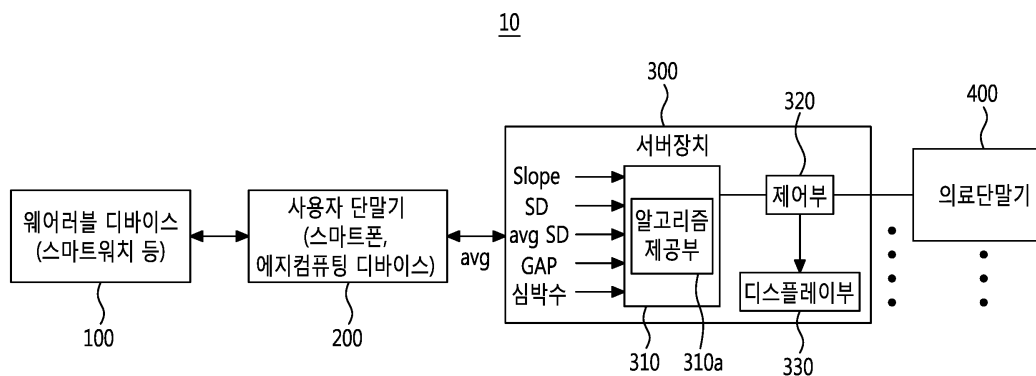
[0080] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

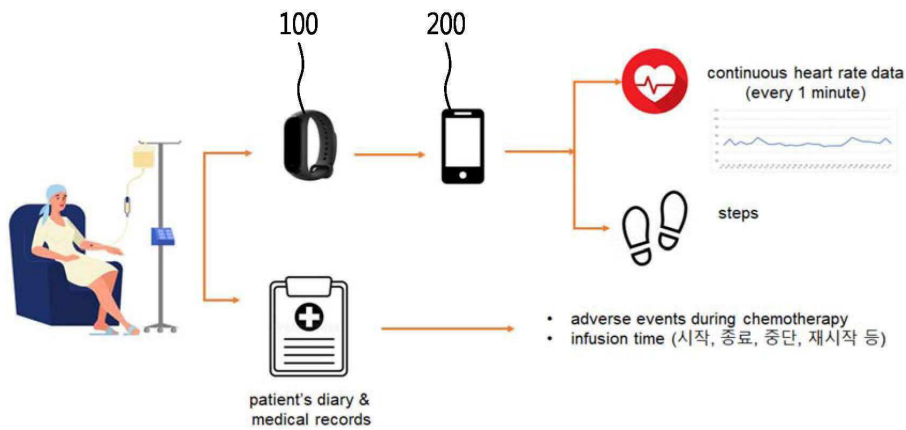
- [0081]
- 100: 웨어러블 디바이스
 - 200: 사용자 단말기
 - 300: 서버장치
 - 310: 기계학습 수행부
 - 310a: 알고리즘 제공부
 - 320: 제어부
 - 330: 디스플레이부
 - 400: 의료단말기

도면

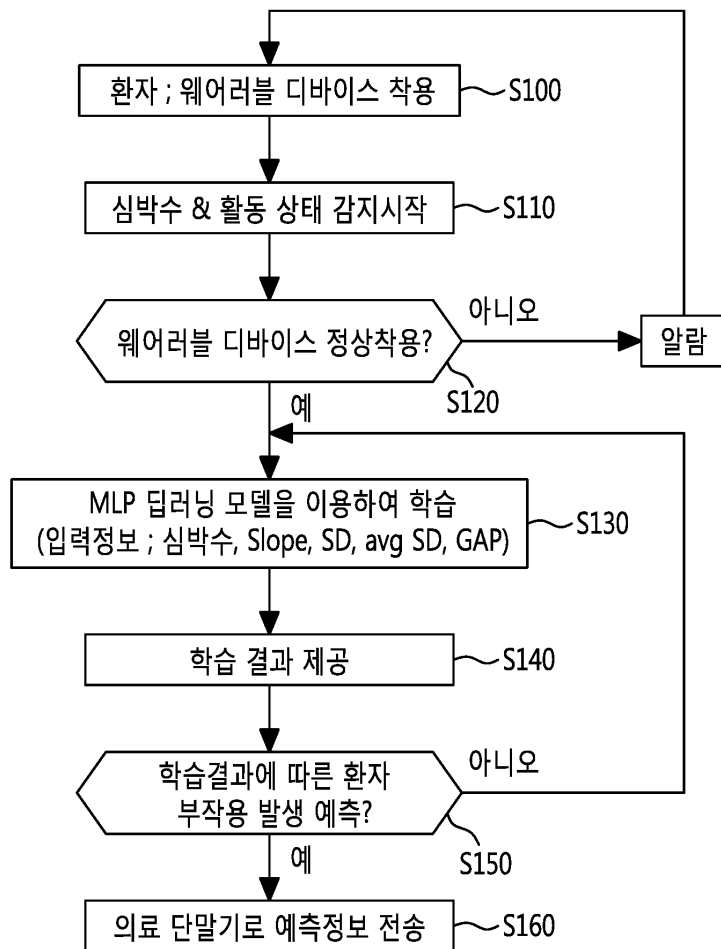
도면1



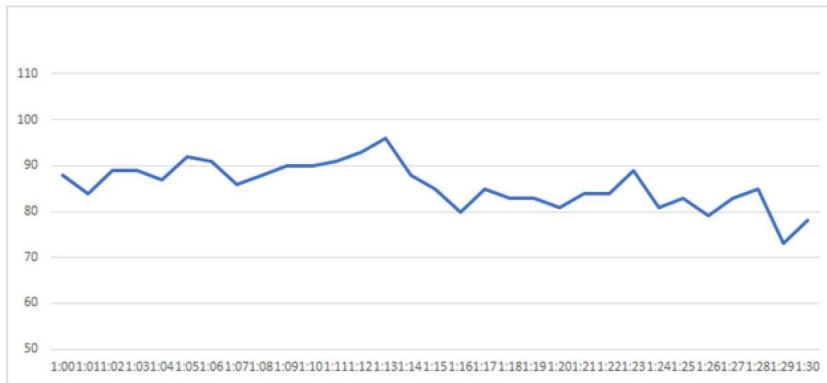
도면2



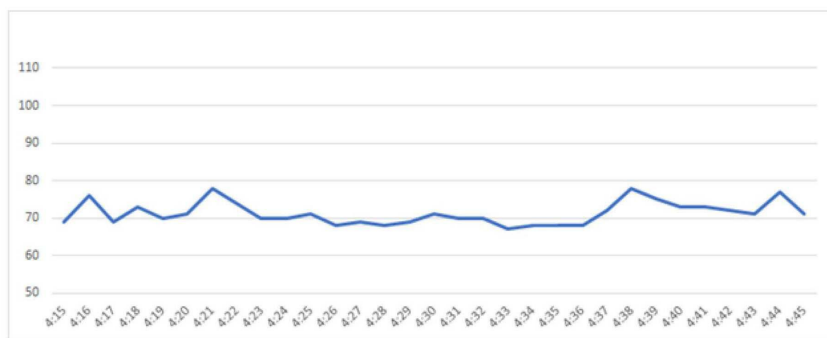
도면3



도면4

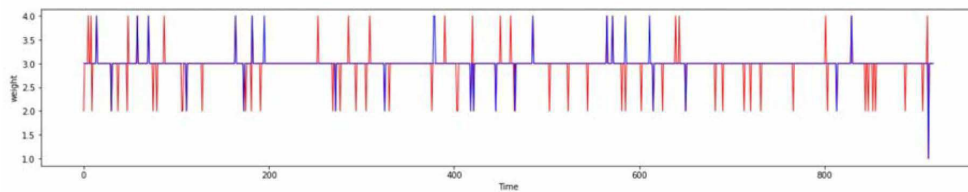


(a)

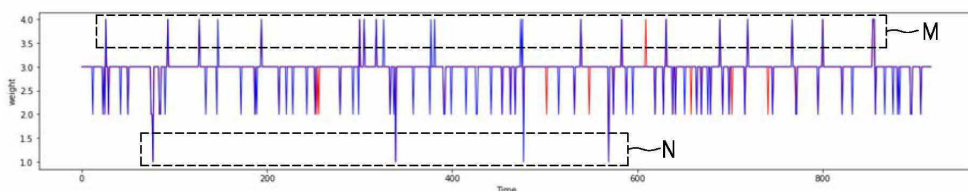


(b)

도면5



(a)



(b)

도면6

