(19) 대한민국 지식재산처(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2026년06월24일
(11) 등록번호 10-2980638
(24) 등록일자 2026년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) *A61B 5/02* (2025.01)
A61B 5/0245 (2006.01) *A61B 5/16* (2006.01)
A61B 5/346 (2021.01) *G16H 10/20* (2018.01)
G16H 10/60 (2018.01) *G16H 50/20* (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/7264 (2025.05)
A61B 5/02007 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0057063
(22) 출원일자 2023년05월02일
심사청구일자 2023년05월02일
(65) 공개번호 10-2024-0160704
(43) 공개일자 2024년11월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160084945 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 24 항 심사관 : 유창용

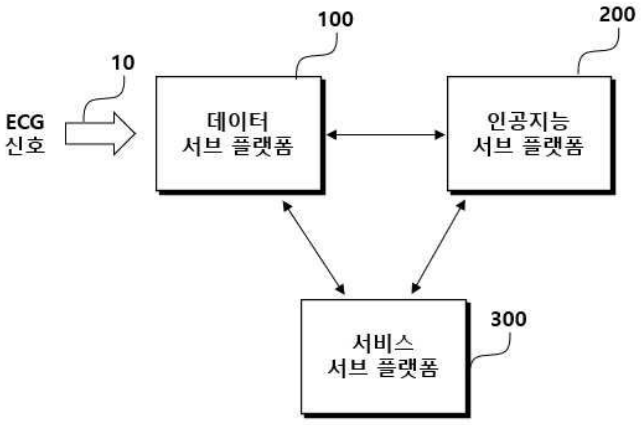
(73) 특허권자
연세대학교 미래산학협력단
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1
(72) 발명자
이경중
강원도 원주시 배울로 49, 104동 303호
에르덴바야르
강원도 원주시 북원로 1600, 105-1101
(74) 대리인
특허법인명신

(54) 발명의 명칭 **심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템**

(57) 요 약

일 실시예는, 심전도제공장치로부터 제공되는 심전도 신호를 입력데이터로 수집하고, 전처리하는 데이터 서브플랫폼; 상기 데이터 서브플랫폼의 상기 전처리된 입력데이터를 이용하여 학습된 알고리즘을 탑재하고, 사용자의 심전도 신호를 제공받아 분석 처리하여 상기 사용자의 건강정보를 예측하여 도출하는 인공지능 서브플랫폼; 및 상기 건강정보를 상기 사용자에게 시각화시켜 디지털 헬스케어 서비스로 제공하는 서비스 서브플랫폼:을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/0245 (2013.01)
A61B 5/165 (2013.01)
A61B 5/346 (2022.01)
A61B 5/4806 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/742 (2025.05)
G16H 10/20 (2021.08)
G16H 10/60 (2021.08)
G16H 50/20 (2018.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020230046615 A*
KR102271793 B1*
KR1020200068161 A
KR1020190050723 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

심전도제공장치로부터 제공되는 심전도 신호를 입력데이터로 수집하고, 전처리하는 데이터 서브플랫폼;

상기 데이터 서브플랫폼의 상기 전처리된 입력데이터를 이용하여 학습된 알고리즘을 탑재하고, 사용자의 심전도 신호를 제공받아 분석 처리하여 상기 사용자의 건강정보를 예측하여 도출하는 인공지능 서브플랫폼; 및

상기 건강정보를 상기 사용자에게 시각화시켜 디지털 헬스케어 서비스로 제공하는 서비스 서브플랫폼;

을 포함하고,

상기 건강정보는, 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관 질환 및 수면장애 중 적어도 하나의 정보를 포함하고,

상기 인공지능 서브플랫폼은,

상기 심전도 신호의 R-파의 크기를 이용하여 상기 심장박동수를 확률적으로 계산하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 상기 심장박동수와 심장의 자율신경계의 활성도를 분석하여 상기 스트레스 지수를 확률적으로 계산하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 심박변이도(Heart rate variability)를 측정하여 상기 우울정도를 확률적으로 추정하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 혈관의 노화와 관련된 지표를 계산하여 상기 혈관나이를 확률적으로 추정하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 상기 심장박동수 및 상기 심박변이도의 지표를 분석하여 상기 심혈관 질환 발생 위험성을 확률적으로 예측하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 불면증(INS), 주기성 다리운동(PLM), 렘수면 행동장애(RBD) 및 야간전두엽간질(NFE) 수면장애를 확률적으로 예측하는, 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 심전도제공장치는 심전도제공장치 하드웨어 정보 및 측정대상자 정보를 상기 입력데이터로 제공하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 측정대상자 정보는 상기 측정대상자가 작성한 문진표에 기재된 정보를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 심전도제공장치는 심전도저장장치 및 심전도측정장치 중 적어도 하나의 장치를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 데이터 서브플랫폼은 상기 입력데이터를 표준화하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 데이터 서브플랫폼은 상기 처리된 입력데이터 처리를 위해 필요한 에이피아이(API), 통신프로토콜, 데이터 정제 쿼리문, 표준을 위한 용어 및 단어사전 중 적어도 하나를 탑재하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 8

심전도제공장치로부터 제공되는 심전도 신호, 심전도제공장치 하드웨어 정보 및 측정대상자 정보를 입력데이터로 수집하여, 전처리 및 표준화하고, 처리된 입력데이터를 저장하는 데이터 서브플랫폼;

상기 데이터 서브플랫폼의 상기 처리된 입력데이터를 이용하여 학습된 알고리즘을 탑재하고, 사용자의 심전도 신호를 제공받아 분석 처리하여 상기 사용자의 건강정보를 예측하여 도출하는 인공지능 서브플랫폼; 및

상기 건강정보를 상기 사용자에게 시각화시켜 디지털 헬스케어 서비스로 제공하는 서비스 서브플랫폼;

을 포함하고,

상기 건강정보는, 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관 질환 및 수면장애 중 적어도 하나의 정보를 포함하고,

상기 인공지능 서브플랫폼은,

상기 심전도 신호의 R-파의 크기를 이용하여 상기 심장박동수를 확률적으로 계산하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 상기 심장박동수와 심장의 자율신경계의 활성도를 분석하여 상기 스트레스 지수를 확률적으로 계산하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 심박변이도(Heart rate variability)를 측정하여 상기 우울정도를 확률적으로 추정하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 혈관의 노화와 관련된 지표를 계산하여 상기 혈관나이를 확률적으로 추정하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 상기 심장박동수 및 상기 심박변이도의 지표를 분석하여 상기 심혈관 질환 발생 위험성을 확률적으로 예측하고,

상기 심전도 신호를 이용하여 불면증(INS), 주기성 다리운동(PLM), 렘수면 행동장애(RBD) 및 야간전두엽간질(NFE) 수면장애를 확률적으로 예측하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 데이터 서브플랫폼은, 데이터 게이트웨이부, 데이터큐부, 데이터프로세싱부 및 데이터스토리지부를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 데이터 게이트웨이부는, 상기 심전도제공장치로부터 상기 입력데이터를 수집하고 수집된 입력데이터를 상기 데이터큐부로 제공하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 데이터 게이트웨이부는 아이오엠티 에지(IoMT Edge), 라이트 에지(Light Edge), 인공지능 에지(AI Edge) 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 데이터큐부는 상기 데이터 게이트웨이부에서 수집된 상기 입력데이터를 대기열에 임시저장하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 데이터큐부는 리얼타임프로세싱(Real-time processing), 및 배치프로세싱(Batch processing)을 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 데이터프로세싱부(Data processing)는 상기 데이터큐부에 임시저장된 입력데이터를 전처리하고 표준화하여 처리된 입력데이터를 상기 데이터스토리지부에 저장하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 데이터프로세싱부는 정규화(Normalization), 세그멘테이션(Segmentation), 노이즈켄슬링(Noise cancelling), 피크디텍션(Peak detection), 베이스라인 원더링(Baseline wandering) 및 큐알에스컴플렉스디텍션(QRS complex detection) 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 데이터프로세싱부는 소프트웨어 간 상호작용을 지원하는 에이피아이(API), 상기 입력데이터의 전처리 표준을 위한 용어 및 단어사전, 및 상기 입력데이터의 추출, 정렬, 필터링을 지원하는 입력데이터 정제 쿼리문을 탑재하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 18

제8항에 있어서,

상기 인공지능 서브플랫폼은, 레인포스먼트 러닝, 딥러닝, 머신러닝 및 인공지능 프레임워크 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 레인포스먼트 러닝은 에이3씨(A3C), 티디3(TD3), 에스에이씨(SAC), 디큐엔(DQN), 아이2에이(I2A), 알파제로(Alphazero) 중 적어도 하나의 알고리즘을 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 딥러닝은, 디엔엔(DNN) 디에이이(DAE), 씨엔엔(CNN), 알엔엔(RNN), 어텐션(Attention), 및 에스엔엔(SNN) 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 머신러닝은 에스브이엠(SVM), 케이엔엔(KNN), 에이엔엔(ANN), 엘디에이(LDA), 디티(DT), 앙상블(Ensemble) 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 22

제18항에 있어서,

상기 인공지능 프레임워크는, 텐서플로우(Tensor Flow), 티아노(Theano), 카페2(Caffe2), 파이토치(Pytorch), 파이썬(Python), 및 알(R) 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 23

제8항에 있어서,

상기 서비스 서브플랫폼은, 개별서비스(Individual Service), 외부 에피아이(External API), 및 내부 인공지능(Internal AI) 모델을 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 개별서비스는, 시나리오(Scenario), 리포트(Reports), 및 시각화(Visualization) 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 외부 에피아이는, 플랫폼(Platform), 데이터베이스(Database), 및 와즈(WAS) 중 적어도 하나를 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

청구항 26

제23항에 있어서,

상기 내부 인공지능 모델은, 수면무호흡 모델(ApneaNet), 수면 모델(SleepNet), 심방세동 모델(AfibNet), 심혈관질환 모델(CVDNet) 중 적어도 하나의 모델을 포함하는,

디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 실시예는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 디지털 헬스케어는 디지털 기술을 활용하여 개인의 건강 정보를 수집, 분석, 활용하여 건강 유지 및 질환 예방, 관리, 치료 등에 활용하는 분야를 말한다. 디지털 헬스케어는 스마트 기기를 통한 건강 정보 수집 및 모니터링, 인공지능을 활용한 질환 예측 및 진단, 의료 기술과 데이터 분석 기술의 융합 등을 통해 혁신적인 의료 서비스를 제공할 수 있다. 디지털 헬스케어는 개인의 건강 정보를 활용하여 맞춤형 서비스를 제공하며, 질환 예방 및 관리 등을 위한 개인 건강 관리에도 큰 도움을 줄 수 있다.

[0003] 심전도 신호를 활용한 디지털 헬스케어는 심장의 활동 상태를 모니터링하고, 해당 정보를 활용하여 다양한 건강 정보를 제공할 수 있다. 심전도는 심장의 전기적 활동을 측정하는 검사로서, 맥박 및 심장의 기능상태를 파악하는데 사용되는데, 이러한 심전도 신호를 측정하여 인공지능 알고리즘으로 분석하면, 우리 몸의 건강 상태를 다양한 측면에서 예측하고 모니터링할 수 있다.

[0004] 이러한 정보는 개인의 건강 상태를 파악하고 개선하는데 도움을 줄 뿐만아니라, 의료진이 진단과 치료를 위해 사용될 수 있어 매우 다양하게 활용될 수 있다.

한편, 종래기술(한국 등록 제10-2386896호)은 딥러닝 기술을 이용해 의미 있는 심전도 파형의 유무를 결정하고 파형의 시작점과 끝점을 판정하여 심전도 파라미터를 획득할 수 있는 인공지능 기반 심전도 자동 분석 장치 및 방법에 관한 기술을 개시합니다. 다만, 종래기술은 심전도 파형의 시작점과 끝점을 통해 심전도 진단에 필요한 파라미터 및 진단규칙을 찾아내는 기술로써 적용분야에 제한이 따르므로, 인공지능 알고리즘으로 분석하여 심장박동수, 스트레스 지수, 우울정도, 혈관 나이, 심혈관 질환 및 수면 질환 등 건강정보를 확률적으로 계산하여 결과로 출력하여 실시간 건강모니터링 제공할 수 있는 기술이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이러한 배경에서, 본 실시예의 목적은, 일 측면에서, 웨어러블 기기로 측정된 심전도 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 건강정보를 제공하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공하는 것이다.

[0006] 또 다른 측면에서, 본 실시예의 목적은, 심전도 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 심장박동수, 스트레스 지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관질환 및 수면장애를 건강정보로 제공하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공하는 것이다.

[0007] 또 다른 측면에서, 본 실시예의 목적은, 전자의료기록시스템(EMR), 스마트밴드(Smart Band), 스마트워치(Smart Watch), 웨어러블 디바이스(Wearable Device) 등에서 측정한 심전도 신호를 수집하여 전처리하고 표준화하는 데이터 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공하는 것이다.

[0008] 또 다른 측면에서, 본 실시예의 목적은, 레인포스먼트 러닝(Reinforcement learning), 딥러닝(Deep learning), 머신러닝(Machine learning) 및 인공지능 프레임워크(AI Framework)를 탑재한 인공지능 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 또 다른 측면에서, 본 실시예의 목적은, 개별서비스(Individual service), 외부 에피아이(External API) 및 내부 인공지능모델(Internal AI)를 탑재한 서비스 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 전술한 목적을 달성하기 위하여, 일 실시예는, 심전도제공장치로부터 제공되는 심전도 신호를 입력데이터로 수집하고, 전처리하는 데이터 서브플랫폼; 상기 데이터 서브플랫폼의 상기 전처리된 입력데이터를 이용하여 학습된 알고리즘을 탑재하고, 사용자의 심전도 신호를 제공받아 분석 처리하여 상기 사용자의 건강정보를 예측하여 도출하는 인공지능 서브플랫폼; 및 상기 건강정보를 상기 사용자에게 시각화시켜 디지털 헬스케어 서비스로 제공하는 서비스 서브플랫폼;을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

[0011] 일 예로서, 상기 심전도제공장치는 심전도제공장치 하드웨어 정보 및 측정대상자 정보를 상기 입력데이터로 제공할 수 있다.

[0012] 일 예로서, 상기 측정대상자 정보는 상기 측정대상자가 작성한 문진표에 기재된 정보를 포함할 수 있다.

[0013] 일 예로서, 상기 심전도제공장치는 심전도저장장치 및 심전도측정장치 중 적어도 하나의 장치를 포함할 수 있다.

[0014] 일 예로서, 상기 데이터 서브플랫폼은 상기 입력데이터를 표준화할 수 있다.

[0015] 일 예로서, 상기 건강정보는, 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관 질환 및 수면장애 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있다.

[0016] 일 예로서, 상기 데이터 서브플랫폼은 상기 처리된 입력데이터 처리를 위해 필요한 에이피아이(API), 통신프로토콜, 데이터 정제 쿼리문, 표준을 위한 용어 및 단어사전 중 적어도 하나를 탑재할 수 있다.

[0017] 전술한 목적을 달성하기 위하여, 일 실시예는, 심전도제공장치로부터 제공되는 심전도 신호, 심전도제공장치 하드웨어 정보 및 측정대상자 정보를 입력데이터로 수집하여, 전처리 및 표준화하고, 처리된 입력데이터를 저장하는 데이터 서브플랫폼; 상기 데이터 서브플랫폼의 상기 처리된 입력데이터를 이용하여 학습된 알고리즘을 탑재하고, 사용자의 심전도 신호를 제공받아 분석 처리하여 상기 사용자의 건강정보를 예측하여 도출하는 인공지능 서브플랫폼; 및 상기 건강정보를 상기 사용자에게 시각화시켜 디지털 헬스케어 서비스로 제공하는 서비스 서브플랫폼;을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

[0018] 일 예로서, 상기 건강정보는, 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관 질환 및 수면장애 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있다.

[0019] 일 예로서, 상기 데이터 서브플랫폼은, 데이터 게이트웨이부, 데이터큐부, 데이터프로세싱부 및 데이터스토리지부를 포함할 수 있다.

[0020] 일 예로서, 상기 데이터 게이트웨이부는, 상기 심전도제공장치로부터 상기 입력데이터를 수집하고 수집된 입력데이터를 상기 데이터큐부로 제공할 수 있다.

[0021] 일 예로서, 상기 데이터 게이트웨이부는 아이오엠티 에지(IoMT Edge), 라이트 에지(Light Edge), 인공지능 에지(AI Edge) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0022] 일 예로서, 상기 데이터큐부는 상기 데이터 게이트웨이부에서 수집된 상기 입력데이터를 대기열에 임시저장할 수 있다.

[0023] 일 예로서, 상기 데이터큐부는 리얼타임프로세싱(Real-time processing), 및 배치프로세싱(Batch processing)을 포함할 수 있다.

[0024] 일 예로서, 상기 데이터프로세싱부(Data processing)는 상기 데이터큐부에 임시저장된 입력데이터를 전처리하고 표준화하여 처리된 입력데이터를 상기 데이터스토리지부에 저장할 수 있다.

[0025] 일 예로서, 상기 데이터프로세싱부는 정규화(Normalization), 세그멘테이션(Segmentation), 노이즈켄슬링(Noise cancelling), 피크디텍션(Peak detection), 베이스라인 원더링(Baseline wandering) 및 큐알에스컴플렉스디텍션(QRS complex detection) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0026] 일 예로서, 상기 데이터프로세싱부는 소프트웨어 간 상호작용을 지원하는 에이피아이(API), 상기 입력데이터의

전처리 표준을 위한 용어 및 단어사전, 및 상기 입력데이터의 추출, 정렬, 필터링을 지원하는 입력데이터 정제 쿼리문을 탑재할 수 있다.

[0027] 일 예로서, 상기 인공지능 서브플랫폼은, 레인포스먼트 러닝, 딥러닝, 머신러닝 및 인공지능 프레임워크 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0028] 일 예로서, 상기 레인포스먼트 러닝은 에이3씨(A3C), 티디3(TD3), 에스에이씨(SAC), 디큐엔(DQN), 아이2에이(I2A), 알파제로(Alphazero) 중 적어도 하나의 알고리즘을 포함할 수 있다.

[0029] 일 예로서, 상기 딥러닝은, 디엔엔(DNN) 디에이이(DAE), 씨엔엔(CNN), 알엔엔(RNN), 어텐션(Attention), 및 에스엔엔(SNN) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0030] 일 예로서, 상기 머신러닝은 에스브이엠(SVM), 케이엔엔(KNN), 에이엔엔(ANN), 엘디에이(LDA), 디티(DT), 앙상블(Ensemble) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0031] 일 예로서, 상기 인공지능 프레임워크는, 텐서플로우(Tensor Flow), 티아노(Theano), 카페2(Caffe2), 파이토치(Pytorch), 파이썬(Python), 및 알(R) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0032] 일 예로서, 상기 서비스제공 플랫폼은, 개별서비스(Individual Service), 외부 에피아이(External API), 및 내부 인공지능(Internal AI) 모델을 포함할 수 있다.

[0033] 일 예로서, 상기 개별서비스는, 시나리오(Scenario), 리포트(Reports), 및 시각화(Visualization) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0034] 일 예로서, 상기 외부 에피아이는, 플랫폼(Platform), 데이터베이스(Database), 및 와즈(WAS) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0035] 일 예로서, 상기 내부 인공지능 모델은, 수면무호흡 모델(ApneaNet), 수면 모델(SleepNet), 심방세동 모델(AfibNet), 심혈관질환 모델(CVDNet) 중 적어도 하나의 모델을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0036] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 웨어러블 기기로 측정된 심전도 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 건강정보를 제공하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

[0037] 그리고, 본 실시예에 의하면, 심전도 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관질환 및 수면장애를 건강정보로 제공하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

[0038] 그리고, 본 실시예에 의하면, 전자의료기록시스템(EMR), 스마트밴드(Smart Band), 스마트워치(Smart Watch), 웨어러블 디바이스(Wearable Device) 등에서 측정한 심전도 신호를 수집하여 전처리하고 표준화하는 데이터 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

[0039] 그리고, 본 실시예에 의하면, 레인포스먼트 러닝(Reinforcement learning), 딥러닝(Deep learning), 머신러닝(Machine learning) 및 인공지능 프레임워크(AI Frameworks)를 탑재한 인공지능 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

[0040] 그리고, 본 실시예에 의하면, 개별서비스(Individual service), 외부 에피아이(External API) 및 내부 인공지능모델(Internal AI)를 탑재한 서비스 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼의 구성을 예시한 구성 블록도이다.

도 2는 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 데이터 서브플랫폼 구성을 예시한 구성 블록도이다.

도 3은 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 인공지능 서브플랫폼 구성을 예시한 구성 블록도이다.

도 4는 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 서비스 서브플랫폼 구성을 예시한 구성 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0043] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0044] 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 제공 시스템은 심전도 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 다양한 헬스케어 서비스를 제공할 수 있다. 디지털 헬스케어 서비스 제공 시스템은 웨어러블 기기, 임상 장비 등 다양한 심전도 측정장비로 측정된 심전도(ECG) 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관 질환 및 수면장애 등 건강정보를 확률적으로 계산하여 실시간으로 사용자에게 제공할 수 있다.

[0045] 도 1은 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 구성을 예시한 구성 블록도이다.

[0046] 도 1을 참조하면, 본 개시의 일 실시예로서 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템은 데이터 서브플랫폼(100), 인공지능 서브플랫폼(200) 및 서비스 서브플렛폼(300)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0047] 상기 데이터 서브플랫폼(100)은 심전도제공장치로부터 제공되는 심전도(ECG) 신호, 및 심전도제공장치 하드웨어 정보, 측정대상자정보를 입력데이터(10)로 수집하고, 처리하여 처리된 입력데이터를 저장할 수 있다. 데이터 서브플랫폼(100)은 입력데이터(10)를 전처리하여 데이터 품질을 향상시키고 표준화를 통해 데이터 품질을 일관성있게 유지할 수 있다.

[0048] 심전도제공장치는 심전도저장장치 및 심전도측정장치를 포함할 수 있다. 심전도저장장치는 심전도 측정장치에서 측정된 심전도 신호를 기록하고 저장하는 장치일 수 있다. 예를 들면, 심전도저장장치는 전자의료기록시스템(EMR, Electronic Medical Record)일 수 있으며, 의료기관, 의료관련기관이 보유하고 있는 의료빅데이터를 포함할 수 있다. 심전도측정장치는 심장의 전기적 활동을 측정하는 기기일 수 있다. 예를 들면, 의료기관에서 사용되는 심전도측정장치이거나 심전도(ECG) 측정기능이 있는 스마트밴드(Smart Band), 스마트워치(Smart Watch), 웨어러블 디바이스(Wearable Device)등 임상(Clinical) 또는 일상 생활에서 개별의료데이터를 제공하는 장치를 포함할 수 있다.

[0049] 심전도(ECG) 신호는 심장의 전기활동을 측정한 데이터로서, 심전도 신호 입력데이터 학습 및 검증으로 구축된 인공지능 서브플랫폼(200)은 사용자의 심전도 신호로부터 사용자의 건강정보를 확률적으로 계산하여 도출할 수 있다. 심전도제공장치 하드웨어 정보는 심전도 신호를 수집하는데 사용되는 기기 정보를 의미하며, 심전도제공장치 하드웨어 정보를 통해 측정된 심전도 신호를 표준화하여 일관성있는 분석을 가능하게 할 수 있다. 예를 들면, 심전도제공장치 하드웨어 정보는 모델명, 제조사, 소프트웨어버전, 전극의 개수 및 배치, 샘플링 주파수등을 포함할 수 있다. 측정대상자정보는 측정대상자의 인적 상항 및 건강상태를 포함할 수 있다. 예를 들면, 측정대상자정보는 측정대상자가 작성한 문진표에 기재된 정보일 수 있다. 보다 구체적으로, 측정대상자정보는 개인정보(이름, 성별, 생연월일, 주소, 전화번호, 이메일 등), 가족력(유전으로 전달될 가능성이 있는 질병이나 건강상태정보), 본인력(기존 질병여부, 과거 진료 및 수술 이력, 현재 복용중이 약물), 생활습관(흡연, 음주, 운동량, 식습관 등), 현재증상(현재 증상 유무 여부, 시작일 등) 등을 포함할 수 있다.

[0050] 상기 인공지능 서브플랫폼(200)은 데이터 서브플랫폼(100)으로 부터 제공받은 처리된 입력데이터를 이용하여 학습하고 검증된 다양한 기계학습 및 인공지능 알고리즘을 탑재할 수 있다. 인공지능 서브플랫폼(200)은 사용자의 심전도(ECG) 신호를 제공받아 분석하고 처리하여 사용자의 건강정보를 예측하여 도출할 수 있다. 여기서 건강정보는 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관 질환 및 수면장애 등 정보를 포함할 수 있다.

[0051] 심장박동수(Heart rate)는 심장이 분당으로 수축하는 횟수를 의미하며, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 심장박동수를 측정할 수 있다. 예를 들면, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호의 R-파의 크기를 이용하여 심장박동수를 확률적으로 계산할 수 있다.

[0052] 스트레스지수(Stress index)는 스트레스 상황에서 심박수와 호흡수 등을 측정하여 스트레스 수준을 측정하는 지표를 의미하며, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 스트레스지수를 측정할 수 있다. 예를 들면, 인공지능 서브플랫폼(200)는 심전도 신호를 이용하여 심장박동수와 심장의 자율신경계의 활성도를 분석하여 스트레스 지수를 확률적으로 계산할 수 있다.

[0053] 우울정도(Depression level)는 우울증의 정도를 나타내는 지표를 의미하며, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 우울정도를 측정할 수 있다. 예를 들면, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 심박변이도(Heart rate variability)를 측정하여 우울정도를 확률적으로 추정할 수 있다. 심박변이도가 감소하는 경우, 개인의 심리적 안정성이 떨어지므로 우울증 발생 가능성이 높아질 수 있다.

[0054] 혈관나이(Vascular age)는 개인의 혈관 상태를 측정하여 나이로 환산한 지표를 의미하며, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 혈관나이를 측정할 수 있다. 예를 들면, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 혈관의 노화와 관련된 지표를 계산하여 개인의 혈관나이를 확률적으로 추정할 수 있다.

[0055] 심혈관 질환(Cardiovascular disease)은 심장과 혈관에 발생하는 질환을 의미하며, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 심혈관 질환을 측정할 수 있다. 예를 들면, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 심장박동수, 심박변이도, 혈압 등의 지표를 분석하여 개인의 심혈관 질환 발생 위험성을 확률적으로 예측할 수 있다.

[0056] 수면장애(Sleep disorder)는 수면의 양적과 질적에 문제가 있는 상태를 의미하며, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 수면장애를 측정할 수 있다. 예를 들면, 인공지능 서브플랫폼(200)은 심전도 신호를 이용하여 불면증(INS), 주기성 다리운동(PLM), 렘수면 행동장애(RBD), 야간전두엽간질(NFE) 등 수면장애을 확률적으로 예측할 수 있다.

[0057] 상기 서비스 서브플랫폼(300)은 인공지능 서브플랫폼(200)이 추출한 건강정보를 내외부 다른 시스템과 조합 및 융합하여 시각화를 통해 사용자에게 개인 맞춤형 디지털 헬스 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어, 서비스 서브플랫폼(300)은 심전도 신호를 기반으로 인공지능 서브플랫폼(200)이 예측한 스트레스 지수를 사용자에게 시각화하여 제공할 수 있다. 사용자는 시각화된 사용자의 건강정보를 바탕으로 사용자의 건강 상태를 모니터링하고 적절한 조치를 취할 수 있으며, 의료진과 연동하여 진단과 치료에 활용할 수 있다.

[0058] 도 2는 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 데이터 서브플랫폼 구성을 예시한 구성 블록도이다.

[0059] 도 2를 참조하면, 본 개시의 일 실시예로서 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 데이터 서브플랫폼(100)은 심전도제공장치로부터 입력데이터(10)를 수집하여, 분석 처리하고, 처리된 입력데이터를 저장할 수 있다. 입력데이터(10)는 심전도(ECG) 신호, 및 심전도제공장치 하드웨어 정보, 측정대상자정보를 포함할 수 있다. 이를 위하여 데이터 서브플랫폼(100)은 데이터 게이트웨이부(110), 데이터큐부(130), 데이터프로세싱부(150) 및 데이터 스토리지부(170)을 포함하고, 입력데이터 처리를 위해 필요한 API(Application Programming Interface), 통신 프로토콜, 데이터 정제 쿼리문, 표준을 위한 용어 및 단어사전을 탑재할 수 있다.

[0060] 상기 데이터 게이트웨이부(Data gateway, 110)는 심전도제공장치로부터 입력데이터(10)를 수집하고 수집된 입력데이터(10)를 데이터큐부(130)로 제공할 수 있다. 데이터 게이트웨이부(110)는 아이오엠티 에지(IoMT Edge, 112), 라이트 에지(Light Edge, 114), 인공지능 에지(116)를 포함하여 구성될 수 있다. 아이오엠티 에지(IoMT Edge, 112)는 의료분야에서 사용되는 의료장비를 연결하여 심전도 신호 데이터를 수집할 수 있다. 라이트 에지(Light Edge, 114)는 데이터 게이트웨이부(110)의 라이트 버전으로, 심전도 신호 데이터를 수집할 수 있다. 인공지능 에지(AI Edge, 116)는 인공지능 기술을 이용하여 심전도 신호를 수집할 수 있다.

[0061] 상기 데이터큐부(Data Queue, 130)는 데이터 게이트웨이부(110)에서 수집된 입력데이터(10)를 대기열에 임시저장하는 역할을 수행할 수 있다. 데이터큐부(130)는 리얼타임프로세싱(Real-time processing, 132), 배치프로세싱(Batch processing, 134)를 포함할 수 있다. 리얼타임프로세싱(Real-time processing, 132)은 데이터큐부(130)에서 실시간으로 처리되어야 하는 입력데이터를 실시간으로 처리하기 위한 구성요소일 수 있다. 예를 들면, 리얼타임프로세싱(132)는 스트리밍 입력데이터를 처리하기 위해 사용될 수 있다. 배치프로세싱(Batch

processing, 134)은 일괄적으로 처리해야 하는 대량의 데이터를 처리하기 위한 구성요소일 수 있다. 예를 들면, 배치프로세싱(134)는 긴급성이 작은 대규모 입력데이터를 효율적으로 처리하기 위해 사용될 수 있다.

[0062] 상기 데이터프로세싱부(Data processing, 150)는 데이터큐부(130)에 임시저장된 입력데이터(10)를 전처리하고 표준화하여 처리된 입력데이터를 데이터스토리지부(170)에 저장할 수 있다. 데이터프로세싱부(150)는 정규화(Normalization, 151), 세그멘테이션(Segmentation, 152), 노이즈캔슬링(Noise cancelling, 153), 피크디텍션(Peak detection, 154), 베이스라인 원더링(Baseline wandering, 155) 및 큐알에스컴플렉스디텍션(QRS complex detection, 156)을 포함할 수 있다.

[0063] 정규화(Normalization, 151)는 입력데이터를 표준화하여 범위 내에서 일관성 있는 값을 갖도록 변환하는 과정일 수 있다. 예를 들면, 정규화(151)은 심전도 신호의 전압 값 범위를 일정한 범위로 맞춰주는 등의 작업일 수 있다. 세그멘테이션(Segmentation, 152)은 심전도 신호를 작은 구간으로 나누는 과정일 수 있다. 세그멘테이션(152)를 통해 작은 구간별 분석이 진행될 수 있다. 노이즈캔슬링(Noise cancelling, 153)은 심전도 신호에서 발생하는 노이즈를 제거하는 과정일 수 있다. 노이즈캔슬링(153)은 심전도 신호의 정확도를 높이고, 후속 분석 작업의 정확도를 향상시킬 수 있다. 피크디텍션(Peak detection, 154)은 심전도 신호에서 최고점(peak)을 찾아내는 과정일 수 있다. 피크디텍션(154)를 통해 맥박 및 심박수 등의 정보를 추출할 수 있다. 베이스라인 원더링(Baseline wandering, 155)은 심전도 신호에서 발생하는 베이스라인 이동 현상을 보정하는 과정일 수 있다. 큐알에스컴플렉스디텍션(QRS complex detection, 156)은 심전도 신호에서 QRS 복합체(QRS complex)를 찾아내는 과정일 수 있다. 큐알에스컴플렉스디텍션(156) 통해 맥박 및 심박수 등의 정보를 추출할 수 있다.

[0064] 데이터프로세싱부(Data processing, 150)는 정규화(151), 세그멘테이션(152), 노이즈캔슬링(153), 피크디텍션(154), 베이스라인 원더링(155) 및 큐알에스컴플렉스디텍션(156) 등 입력데이터(10)를 전처리하고 표준화하기 위하여, 소프트웨어 간 상호작용을 지원하는 API(Application Programming Interface), 입력데이터(10)의 전처리 표준을 위한 용어 및 단어사전(Terminology and Dictionary for Standards), 및 입력데이터(10)의 추출, 정렬, 필터링 등을 지원하는 입력데이터 정제 쿼리문(Query)를 탑재할 수 있다. 데이터프로세싱부(150)에서 표준화된 용어와 사전을 사용하여 입력데이터(10)를 처리함으로써, 데이터의 일관성과 정확성을 유지할 수 있다.

[0065] 상기 데이터스토리지부(Data Storage, 170)는 데이터웨어하우스(DW)일 수 있으며, 데이터프로세싱부(150)에서 처리된 입력데이터를 저장하고, 필요시 저장된 처리된 입력데이터를 인공지능 서브플랫폼(200) 및 서비스 서브플랫폼(300)으로 제공할 수 있다.

[0066] 도 3은 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 인공지능 서브플랫폼 구성을 예시한 구성 블록도이다.

[0067] 도 3을 참조하면, 본 개시의 일실시예로서 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 인공지능 서브플랫폼(200)은 데이터 서브플랫폼(100)으로 부터 제공받은 입력데이터를 이용하여 학습되고 검증된 다양한 기계학습 및 인공지능 알고리즘을 탑재할 수 있다. 인공지능 서브플랫폼(200)은 호환성을 위하여 다양한 프레임워크와 라이브러리를 탑재할 수 있다.

[0068] 예를 들면, 인공지능 서브플랫폼(200)은 레인포스먼트 러닝(Reinforcement learning, 210), 딥러닝(Deep learning, 230), 머신러닝(Machine learning, 250) 및 인공지능 프레임워크(AI Frameworks, 270)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0069] 상기 레인포스먼트 러닝(Reinforcement learning, 210)은 에이전트(agent)가 환경과 상호작용하며 보상을 최대화하기 위한 최적행동을 학습하는 알고리즘일 수 있다. 레인포스먼트 러닝(210)은 에이전트가 시행착오(trial and error)를 통해 학습하고, 보상을 최대화하는 전략을 습득할 수 있다. 레인포스먼트 러닝(210)은 심전도 신호와 같은 의료 데이터를 처리하는데 필요한 시계열 데이터 처리 능력을 가질 수 있다.

[0070] 예를 들면, 레인포스먼트 러닝(210)은 에이3씨(A3C, 211), 티디3(TD3, 212), 에스에이씨(SAC, 213), 디큐엔(DQN, 214), 아이2에이(I2A, 215), 알파제로(Alphazero, 216) 중 적어도 하나의 알고리즘을 포함할 수 있다.

[0071] 에이3씨(A3C: Asynchronous Advantage Actor-Critic, 211)는 강화학습에서 사용되는 알고리즘으로, 여러 에이전트들이 비동기적으로 학습을 진행하며 각자의 경험을 공유하여 학습 효율을 높이는 방법일 수 있다. 티디3(TD3: Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradient, 212)은 딥러닝과 강화학습을 결합한 알고리즘으로, 상대적으로 안정적인 결과를 얻을 수 있는 방법일 수 있다. 에스에이씨(SAC: Soft Actor-Critic, 213)는 정책경사(Policy Gradient) 알고리즘을 사용한 강화학습의 대표적인 방법일 수 있다. 에스에이씨(213)는 정책과 가치 함수를 동시에 학습하며, 더 나은 정책을 찾기 위해 탐험과 이용을 균형있게 사용할 수 있다. 디큐엔(DQN:

Deep Q-Network, 214)은 딥러닝과 강화학습을 결합한 알고리즘으로, Q-learning 알고리즘의 한계를 극복하기 위해 개발된 알고리즘일 수 있다. 디큐엔(214)은 딥러닝을 이용해 상태-행동 가치 함수를 근사하고, 상태-행동 가치함수를 이용해 정책을 개선하며 학습할 수 있다. 아이2에이(I2A: Implicit Imagination-based Planning Agent, 215)는 주어진 환경에서 가능한 모든 행동을 가정하고, 이를 바탕으로 미래의 보상을 예측하여 최적의 정책을 찾는 방법일 수 있다. 알파제로(Alphazero, 216)는 알파고의 후속작으로 개발된 알고리즘으로, 강화학습, 심층강화학습, 몬테카를로 트리 탐색(Monte Carlo Tree Search) 알고리즘을 결합하여 게임 등의 문제에서 인간 수준 이상의 성능을 발휘하는 방법일 수 있다.

[0072] 상기 딥러닝(Deep learning, 230)은 인공신경망(Artificial Neural Network)을 사용하여 입력데이터로부터 복잡한 패턴을 학습하고 예측하는 알고리즘일 수 있다. 인공신경망(Artificial Neural Network)은 입력층(Input layer), 은닉층(Hidden layer), 출력층(Output layer)을 포함하며, 각 층은 여러 개의 뉴런(Neuron)으로 구성되고, 뉴런들은 각각의 가중치(Weight)와 바이어스(Bias)를 가지고 입력신호를 받아 출력신호를 계산할 수 있다. 딥러닝(230)은 입력데이터의 특징을 자동으로 추출하고, 추출된 특징을 바탕으로 복잡한 패턴을 인식하고 예측하는 데 우수한 성능을 발휘할 수 있다.

[0073] 예를 들면, 딥러닝(230)은 디엔엔(DNN, 231) 디에이이(DAE, 232), 씨엔엔(CNN, 233), 알엔엔(RNN, 234), 어텐션(Attention, 235), 에스엔엔(SNN, 236) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0074] 디엔엔(DNN: Deep Neural Network, 231)은 심층 학습(deep learning)에서 많이 사용되는 인공신경망일 수 있다. 디엔엔(231)은 다층 퍼셉트론(multilayer perceptron)으로 이루어질 수 있으며, 입력층, 은닉층, 출력층으로 구성될 수 있다. 디에이이(DAE: Denoising Auto encoder, 232)는 입력데이터에 있는 잡음(noise)을 제거하는 방법일 수 있다. 디에이이(232)는 오토인코더(auto encoder)의 변형으로, 입력데이터를 압축하는 인코더(encoder)와 압축된 데이터를 복원하는 디코더(decoder)로 구성될 수 있다. 씨엔엔(CNN: Convolutional Neural Network, 233)은 이미지 분류 등의 영상처리 문제에서 많이 사용되는 인공신경망일 수 있다. 씨엔엔(233)은 컨벌루션(convolution)과 풀링(pooling) 레이어를 통해 입력데이터에서 특징을 추출하여 분류 작업을 수행할 수 있다. 알엔엔(RNN: Recurrent Neural Network, 234)은 순차 데이터(Sequential data)를 다루는데 적합한 인공신경망일 수 있다. 알엔엔(234)는 순환 구조를 가지며, 입력데이터를 순서대로 처리하여 이전 상태의 정보를 기억하고 현재 상태와 함께 다음 상태를 예측하는 작업을 수행할 수 있다. 어텐션(Attention, 235)은 입력데이터의 특정 부분에 더 집중할 수 있도록 하는 방법일 수 있다. 어텐션(235)은 알엔엔(RNN) 등 순차 데이터 처리에서 많이 사용될 수 있으며, 입력데이터의 중요한 부분에 가중치를 두어, 모델의 예측 정확도를 높일 수 있다. 에스엔엔(SNN: Spiking Neural Network의, 236)은 생물학적 신경망 모델을 모방한 인공신경망일 수 있다. 에스엔엔(236)은 뉴런의 흥분 여부를 스파이크(spike)로 표현하여 처리하는 방식으로, 시간 정보를 기반으로 작업을 수행할 수 있다.

[0075] 상기 머신러닝(Machine learning, 250)은 머신러닝은 인공지능의 한 분야로, 컴퓨터 시스템이 데이터를 분석하여 스스로 학습하고 예측하는 능력을 가지도록 하는 방법일 수 있다. 머신러닝(250)은 데이터 기반의 패턴 인식, 분류, 군집화, 회귀 등 다양한 기법을 사용할 수 있으며, 심전도 신호를 분석하고 처리하는데 사용될 수 있다.

[0076] 예를 들면, 머신러닝(250)은 에스브이엠(SVM, 251), 케이엔엔(KNN, 252), 에이엔엔(ANN, 253), 엘디에이(LDA, 254), 디티(DT, 255), 앙상블(Ensemble, 256)을 포함할 수 있다.

[0077] 에스브이엠(SVM, Support Vector Machines, 251)은 지도학습(Supervised learning) 알고리즘 중 하나로, 데이터를 분류하기 위해 사용될 수 있다. 지도학습 알고리즘은 레이블링된 데이터를 이용하여 입력데이터와 출력데이터간의 관계를 모델링하고, 새로운 입력데이터에 대한 출력을 예측하는 알고리즘일 수 있다. 에스브이엠(251)은 입력데이터를 고차원 공간으로 매핑한 후, 경계면과 데이터 간의 거리(margin)를 최대화하여 분류할 수 있다. 케이엔엔(KNN, K-Nearest Neighbors, 252)은 지도학습 알고리즘 중 하나로, 새로운 데이터가 주어졌을 때, 가장 가까운 k개의 데이터를 찾아서 그 데이터들의 클래스를 기반으로 분류하는 방법일 수 있다. 에이엔엔(ANN, Artificial Neural Networks, 253)은 딥러닝의 기본적인 모델로, 인공신경망을 사용하여 데이터를 학습하고 분류할 수 있다. 엘디에이(LDA, Linear Discriminant Analysis, 254)는 지도학습 알고리즘 중 하나로, 데이터 분류에 사용될 수 있다. LDA는 선형 판별 함수를 이용하여, 클래스 간의 거리를 최대화하고, 클래스 내부의 분산을 최소화하여 분류한다. 디티(DT, Decision Trees, 255): 지도학습 알고리즘 중 하나로, 데이터 분류에 사용된다. 디티(255)는 의사결정 규칙을 나무구조로 나타내고 나무구조를 이용하여 데이터를 분류할 수 있다. 앙상블(Ensemble, 256)은 여러 개의 머신러닝 알고리즘을 조합하여 사용하는 방법으로, 보다 정확한 분류를 위해 사용

될 수 있다. 예를 들면, 앙상블(256)은 랜덤 포레스트(Random Forest)나 그래디언트 부스팅(Gradient Boosting) 알고리즘을 포함할 수 있다.

[0078] 상기 인공지능 프레임워크(AI Frameworks, 270)는 인공지능 개발을 위한 소프트웨어 플랫폼일 수 있다. 인공지능 프레임워크(270)는 인공지능 알고리즘 개발 및 모델링을 위한 기능을 제공하여 개발자들이 쉽고 빠르게 인공지능 애플리케이션을 개발할 수 있도록 지원할 수 있다. 예를 들면, 인공지능 프레임워크(270)은 텐서플로우(Tensor Flow, 271), 티아노(Theano, 272), 카페2(Caffe2, 273), 파이토치(Pytorch, 274), 파이썬(Python, 275), 알(R, 276)을 포함할 수 있다.

[0079] 텐서플로우(TensorFlow, 271)는 구글에서 개발한 오픈소스 머신러닝 프레임워크로서, 데이터 플로우 그래프를 사용하여 모델을 구성하고, GPU(Graphics Processing Unit)를 활용한 대규모 연산 가능 분산 처리 및 자연어 처리 분야에 사용할 수 있다. 티아노(Theano, 272)는 몬트리올 대학에서 개발한 오픈소스 머신러닝 프레임워크로서, GPU를 지원하여 병렬 처리 가능하며 기호 계산(symbolic computation) 기술을 사용하여 수학 연산을 처리할 수 있다. 카페2(Caffe2, 273)는 페이스북에서 개발한 오픈소스 머신러닝 프레임워크로서, 심층 신경망 모델에 초점을 맞춘 경량화 프레임워크일 수 있으며, 분산 처리 및 모바일 기기에 적합한 모델 크기 지원할 수 있다. 파이토치(PyTorch, 274)는 페이스북에서 개발한 오픈소스 머신러닝 프레임워크로서, 동적 그래프 계산(dynamic graph computation) 방식을 사용하여 디버깅이 용이하며 빠른 모델 개발을 가능하게 할 수 있다. 파이썬(Python, 275)은 간결하고 직관적인 프로그래밍 언어로서 다양한 머신러닝 프레임워크 및 라이브러리로 구현되어 있어 개발을 쉽게하고 대용량 데이터 처리 및 분석도 용이하게 할 수 있다. 알(R, 276)은 통계 및 데이터 분석에 사용되는 언어로서, 머신러닝 및 딥러닝 알고리즘 라이브러리가 다양하게 구현되어 있어 용량 데이터 분석, 시각화, 통계 분석 등에 활용될 수 있다.

[0080] 도 4는 본 개시의 일 실시예로서 심전도 신호를 활용한 인공지능 기반의 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 서비스제공 플랫폼 구성을 예시한 구성 블록도이다.

[0081] 도 4는 본 개시의 일 실시예로서 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 서비스제공 플랫폼은 개별서비스(Individual Service, 330), 외부 에피아이(External API, 350), 및 내부 인공지능 모델(Internal AI, 370)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0082] 상기 개별서비스(Individual Service, 330)는 사용자가 이용할 수 있는 헬스케어 서비스를 제공하는 구성 요소일 수 있다. 예를 들면, 개별서비스(330)는 시나리오(Scenario, 231), 리포트(Reports, 232), 시각화(Visualization, 233) 및 기타서비스(Other Service, 234)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0083] 시나리오(Scenario, 231)는 사용자의 증상, 질병, 건강상태 등에 대한 진단이나 예방을 위한 가상의 상황을 제공하는 서비스일 수 있다. 예를 들어, 사용자가 수면장애를 겪고 있다면 수면 시나리오를 선택하여 자세한 진단과 예방 방법을 알아볼 수 있다. 리포트(Reports, 232)는 사용자의 건강 정보나 검진 결과 등을 정리하여 제공하는 서비스일 수 있다. 리포트(232)를 통해 사용자는 자신의 건강 상태를 파악하고, 필요한 조치를 취할 수 있다. 시각화(Visualization, 233)는 사용자의 건강 데이터를 그래프나 차트 등의 형태로 보여주는 서비스일 수 있다. 시각화(233)를 통해 사용자는 자신의 건강 상태 변화를 시각적으로 확인하고, 관리할 수 있다. 기타(Other, 234) 서비스는 시나리오(231), 리포트(232), 시각화(233)에 포함되지 않는 서비스일 수 있다. 기타서비스(234)는 예를 들어, 사용자의 건강 정보를 기반으로 한 맞춤형 추천 서비스 및 건강 정보 공유 커뮤니티 등일 수 있다.

[0084] 상기 외부 에피아이(External API, 350)는 특정 서비스나 소프트웨어에서 제공하는 기능을 외부에서 호출하여 사용할 수 있도록 만든 인터페이스일 수 있다. 예를 들면, 외부 에피아이(External API, 350)는 플랫폼(Platform, 251), 데이터베이스(Database, 252), 와즈(WAS, 253), 기타에피아이(Other API, 254)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0085] 플랫폼(Platform, 251)은 다양한 서비스를 제공하는 웹 서비스 플랫폼으로, 인공지능을 이용한 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들면, 플랫폼(251)은 아마존웹서비스(AWS, Amazone Web Service), 구글클라우드플랫폼(GCP, Google Cloud Platfrom), 아쥬르(Azure) 등일 수 있으며, 클라우드 환경에서 데이터 처리 및 인공지능 모델을 배포할 수 있다. 데이터베이스(Database, 252)는 데이터를 저장하고 관리하는 시스템으로, 외부에서 데이터를 읽거나 쓸 수 있다. 예를 들면, 데이터베이스(252)는 마이에스큐엘(MySQL), 포스트그레에스큐엘(PostgreSQL), 몽고디비(MongoDB) 등 일 수 있으며, 데이터베이스를 이용하여 인공지능 모델의 학습데이터나 결과를 저장하거나 읽어오게 할 수 있다. 와즈(WAS, 253)는 웹 애플리케이션 서버(Web Application Server)로,

다양한 웹 서비스를 개발하고 배포할 수 있는 환경을 제공할 수 있다. 예를 들면, 와즈(253)는 톰캣(Tomcat), 제이보스(JBoss), 웹로직(WebLogic) 등 일 수 있으며, 인공지능 모델을 웹 서비스로 제공할 수 있다. 기타에피아이(Other, 254)는 플랫폼(Platform, 251), 데이터베이스(Database, 252), 와즈(WAS, 253)에 포함되지 않은 API일 수 있다. 예를 들어, 기타에피아이(Other, 254)는 지도 서비스에서 제공하는 위치 정보 API나 결제 서비스에서 제공하는 결제 API 등일 수 있다.

[0086] 상기 내부 인공지능 모델(Internal AI, 370)은 심전도 신호를 활용한 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템의 일부로, 의료 영상 데이터를 분석하고 진단하는데 사용되는 인공지능 알고리즘들일 수 있다. 예를 들면, 내부 인공지능 모델(370)은 수면무호흡 모델(ApneaNet, 271), 수면 모델(SleepNet, 272), 심방세동 모델(AfibNet, 273), 심혈관질환 모델(CVDNet, 274)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0087] 수면무호흡 모델(ApnealNet, 271)은 수면무호흡증 환자들의 수면 중 무호흡 이벤트를 감지하고, 무호흡의 심각도를 평가하기 위한 딥러닝 모델일 수 있다. 수면무호흡 모델(271)은 심전도, 호흡유량, 산소포화도와 같은 다양한 생체신호를 분석하고, 무호흡 이벤트를 자동으로 감지하여 수면 중 무호흡증 환자의 진단과 치료에 도움을 줄 수 있다. 수면 모델(SleepNet, 272)은 수면단계 분류를 위한 딥러닝 모델일 수 있다. 수면 모델(272)은 EEG(뇌파), EOG(안구 운동), EMG(근전도)와 같은 다양한 신체신호를 분석하여 수면 중 각 단계의 특징을 파악하고, 수면단계를 자동으로 분류할 수 있다. 수면단계 분류를 통해 수면 질의 평가와 관련된 질병의 진단에 도움을 줄 수 있다. 심방세동 모델(AfibNet, 273)은 심방세동을 진단하기 위한 딥러닝 모델일 수 있다. 심방세동 모델(273)은 심전도 신호를 분석하여 심방세동 여부를 자동으로 감지하고, 심전도 신호의 특징을 분석하여 심방세동의 유형과 심방세동의 진단 및 치료에 필요한 정보를 제공할 수 있다. 심혈관질환 모델(CVDNet, 274)은 심혈관질환(CVD, Cardiovascular disease) 진단 및 예측을 위한 인공지능 모델일 수 있다. 심혈관질환 모델(274)은 심혈관질환을 조기에 발견하고 예방하기 위해 ECG, 혈압, 혈당, 혈관경화 검사 등의 데이터를 입력으로 받아 환자의 심혈관질환 발병 가능성을 예측하고 진단하는 기능을 수행할 수 있다.

[0088] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 웨어러블 기기로 측정된 심전도 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 건강정보를 제공하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다. 그리고, 본 실시예에 의하면, 심전도 신호를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 심장박동수, 스트레스지수, 우울정도, 혈관나이, 심혈관질환 및 수면장애을 건강정보로 제공하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다. 그리고, 본 실시예에 의하면, 전자의료기록시스템(EMR), 스마트밴드(Smart Band), 스마트워치(Smart Watch), 웨어러블 디바이스(Wearable Device) 등에서 측정한 심전도 신호를 수집하여 전처리하고 표준화하는 데이터 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다. 그리고, 본 실시예에 의하면, 레인포스먼트 러닝(Reinforcement learning), 딥러닝(Deep learning), 머신러닝(Machine learning) 및 인공지능 프레임워크(AI Frameworks)를 탑재한 인공지능 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다. 그리고, 본 실시예에 의하면, 개별서비스(Individual service), 외부 에피아이(External API) 및 내부 인공지능모델(Internal AI)를 탑재한 서비스 플랫폼을 포함하는 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼 시스템을 제공할 수 있다.

[0089] 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥 상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0090] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0091] 10 : 입력데이터

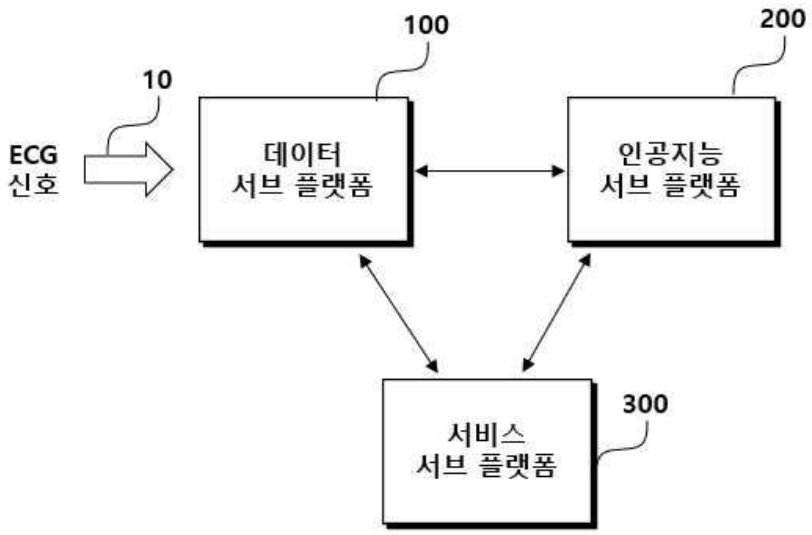
100 : 데이터 서브플랫폼

200 : 인공지능 서브플랫폼

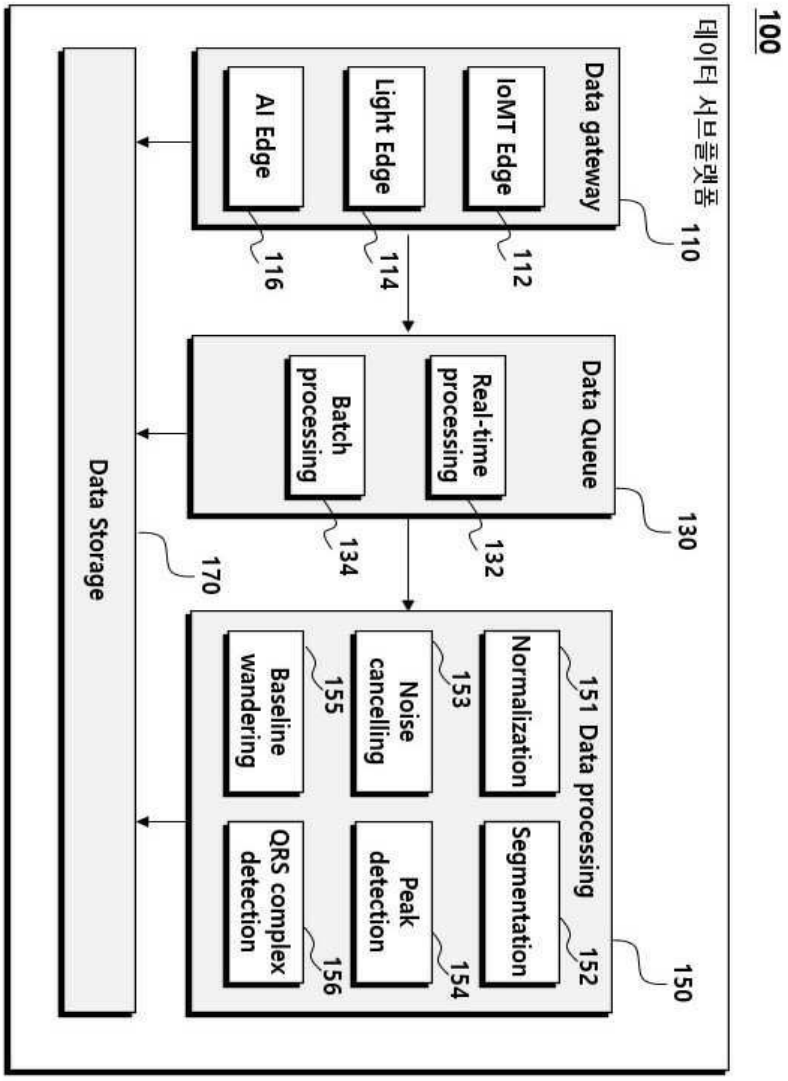
300 : 서비스 서브플랫폼

도면

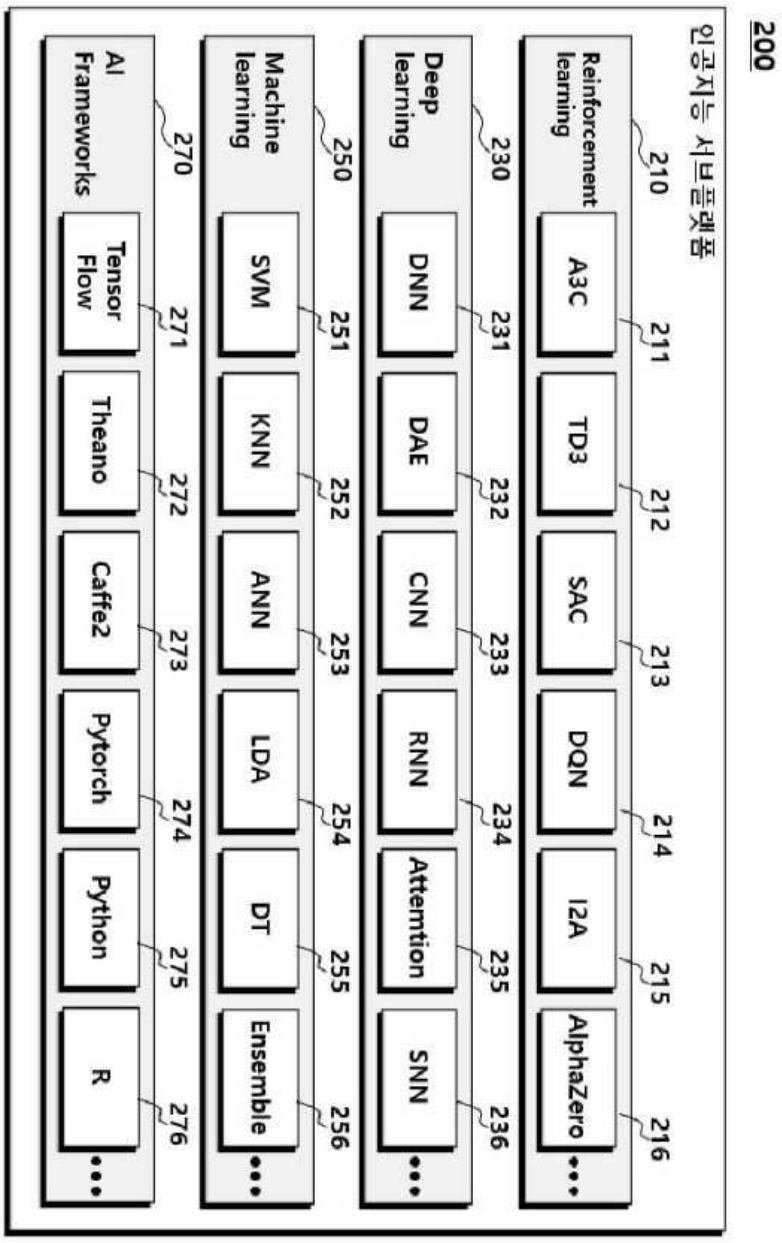
도면1



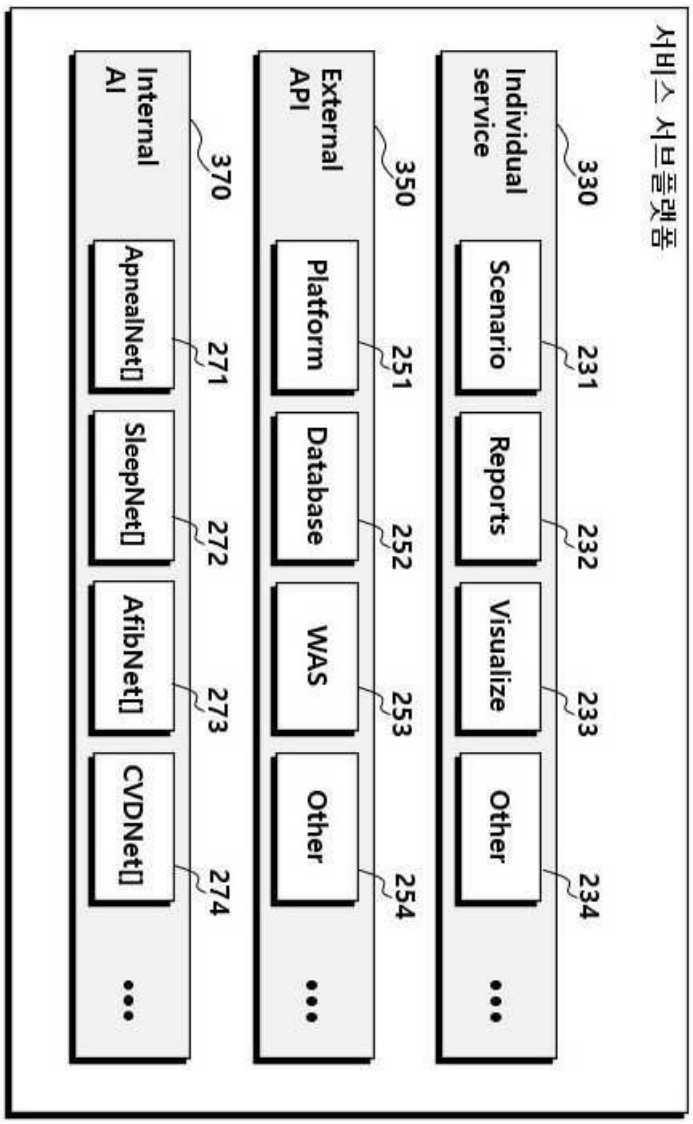
도면2


100
데이터 서브플랫폼
Data gateway
110
IoMT Edge
112
Light Edge
114
AI Edge
116
Data Queue
130
Real-time processing
132
Batch processing
134
151 Data processing
150
Normalization
153
Noise cancelling
155
Baseline wandering
Segmentation
152
Peak detection
154
QRS complex detection
156
Data Storage
170

도면3


200
인공지능 서브플랫폼
210
Reinforcement learning
211
A3C
212
TD3
213
SAC
214
DQN
215
I2A
216
AlphaZero
230
Deep learning
231
DNN
232
DAE
233
CNN
234
RNN
235
Attemtion
236
SNN
250
Machine learning
251
SVM
252
KNN
253
ANN
254
LDA
255
DT
256
Ensemble
270
AI Frameworks
271
Tensor Flow
272
Theano
273
Caffe2
274
Pytorch
275
Python
276
R

도면4


300
서비스 서브플랫폼
Individual service
330
Scenario
231
Reports
232
Visualize
233
Other
234
...
External API
350
Platform
251
Database
252
WAS
253
Other
254
...
Internal AI
370
ApnealNet[]
271
SleepNet[]
272
AfibNet[]
273
CVDNet[]
274
...