(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 6 월 1 일 (01.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/096267 A1

(51) 국제특허분류:
A61B 5/20 (2006.01) *G16H 50/50* (2018.01)
A61B 5/00 (2006.01) *G16H 50/70* (2018.01)
A61B 5/145 (2006.01) *G16H 10/40* (2018.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/018230

(22) 국제출원일: 2022 년 11 월 17 일 (17.11.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0164414 2021 년 11 월 25 일 (25.11.2021) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울특별시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김재영 (**KIM, Jae Young**); 15010 경기도 시흥시 배곧4로 106-25, Gyeonggi-do (KR). 김난희 (**KIM, Nan Hee**); 06502 서울특별시 서초구 신반포로 45, Seoul (KR). 손성진 (**SON, Seong Jin**); 16362 경기도 수원시 장안구 서부로2105번길 16-12, Gyeonggi-do (KR). 김민희 (**KIM, Min Hee**); 15483 경기도 안산시 단원구 광덕동로 25, Gyeonggi-do (KR). 박소영 (**PARK, So Young**); 06767 서울특별시 서초구 양재대로2길 90, Seoul (KR). 이다영 (**LEE, Da Young**); 13835 경기도 과천시 별양로 12, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 남앤남 (**NAM & NAM**); 04516 서울특별시 중구 서소문로 95, 3층, Seoul (KR).

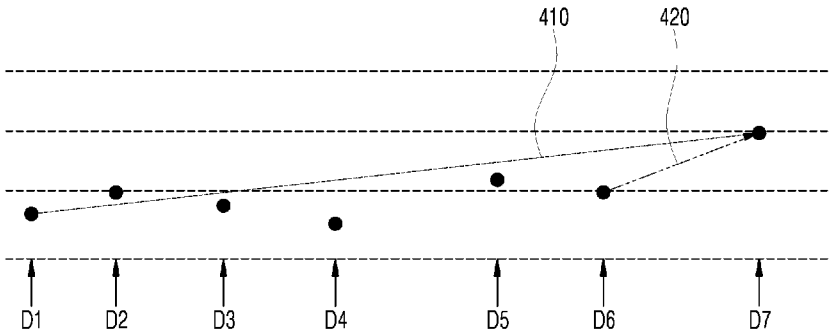
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR ESTIMATING DIABETIC NEPHROPATHY

(54) **발명의 명칭:** 당뇨병성 신증 추정 방법 및 장치



(57) **Abstract:** A device for estimating diabetic nephropathy according to one embodiment of the present disclosure comprises: at least one processor; and a memory electrically connected to the processor and for storing at least one code executed in the processor. The memory may store a code which, when executed by the processor, enables the processor to: confirm the demographic data, clinical data and diagnostic examination data of a subject; confirm the measurement dates of the diagnostic examination data; and estimate the occurrence and exacerbation of diabetic nephropathy of the subject by inputting the demographic data, clinical data, diagnostic examination data and time-series change data of the diagnostic examination data to a machine learning-based learning model.

(57) **요약서:** 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치는 적어도 하나의 프로세서 및 프로세서와 전기적으로 연결되고, 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드(code)가 저장되는 메모리를 포함하고, 메모리는 프로세서를 통해 실행될 때 프로세서가, 대상자의 인구학적 데이터, 임상 데이터 및 진단검사 데이터를 확인하고, 진단검사 데이터의 측정일을 확인하고, 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 머신 러닝 기반의 학습 모델에 입력하여 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하도록 야기하는 코드를 저장할 수 있다.

WO 2023/096267 A1

명세서

발명의 명칭: 당뇨병성 신증 추정 방법 및 장치

기술분야

[1] 본 개시는 당뇨병성 신증을 추정하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터의 시계열 변화에 기반하여 당뇨병성 신증을 추정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 당뇨병성 신증은 미세혈관 합병증으로 만성 신부전증으로 발전되는 경우 투석치료나 신장이식을 받아야만 하는 위험한 증세이다. 또한, 당뇨병성 신증은 혈액투석 혹은 복막투석을 받고 있는 말기 신부전증의 3대 원인 중 하나로 집계되고 있고, 심혈관 질환이나 사망률 증가와도 밀접한 연관이 있어 조기 진단과 치료가 매우 중요하다.

[4] 환자가 당뇨병과 함께 지속적인 알부민뇨가 동반되는 경우 임상적으로 당뇨병성 신증을 진단하고, 당뇨병성 신증의 초기 소견으로서 소변에 미량의 알부민이 배출되는 경우 미세 알부민뇨 단계로 판단하고 있다.

[5] 당뇨병성 신증은 알부민뇨가 지속적으로 발생하고 신기능의 저하가 발생하는 것이 주된 증세이며, 정확한 진단은 조직검사를 통해 가능하지만 모든 환자를 대상으로 생체 검사(biopsy)를 수행하는 것은 어려운 문제점이 있다.

[6] 따라서, 생체 검사를 수행하지 않고도 환자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하거나 예측할 수 있는 기술이 필요하다.

[7] 선행기술("TcpO2를 이용한 당뇨병성 신경병증 환자의 조기진단", 대한전자공학회논문지, 2007년, 44권, 3호)의 경우 경피적산소분압(tcPO2)을 이용하여 당뇨병성 신경병증 환자를 사전 진단하는 기술을 공개했으나, 정상인과 당뇨병성 신경병증 환자 그룹 간에 손과 발의 TcpO2 방법의 민감도는 66%로서 민감도를 보다 높이는 기술이 필요하다.

[8]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[9] 본 개시의 일 실시 예는 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 장치 및 방법을 제공한다.

[10] 본 개시의 다른 실시 예는 진담검사 데이터의 시계열 변화에 기반하여 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 장치 및 방법을 제공한다.

[11] 본 개시의 다른 실시 예는 진담검사 데이터의 시계열 변화에 기반하여 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화의 가능성을 추정하는 장치 및 방법을 제공한다.

[12]

과제 해결 수단

[13] 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 방법은 각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서, 대상자의 인구학적 데이터, 임상 데이터 및 진단검사 데이터를 확인하는 단계, 진단검사 데이터의 측정일을 확인하는 단계 및 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 머신 러닝 기반의 제1 학습 모델에 입력하여 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[14] 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치는 적어도 하나의 프로세서 및 프로세서와 전기적으로 연결되고, 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드(code)가 저장되는 메모리를 포함하고, 메모리는 프로세서를 통해 실행될 때 프로세서가, 대상자의 인구학적 데이터, 임상 데이터 및 진단검사 데이터를 확인하고, 진단검사 데이터의 측정일을 확인하고, 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 머신 러닝 기반의 학습 모델에 입력하여 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하도록 야기하는 코드를 저장할 수 있다.

[15]

발명의 효과

[16] 본 개시의 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치 및 방법은 머신러닝에 기반한 학습모델에 기반하여 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정함으로써, 종래 이용되는 진단검사 데이터에 기반하여 용이하고 정확하게 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정할 수 있다.

[17] 본 개시의 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치 및 방법은 진담검사 데이터의 다양한 시계열적 변화에 기반하여 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정함으로써, 추정 시점 및 근 미래에 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화 여부를 정확하게 추정할 수 있다.

[18]

도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 방법을 수행하거나 당뇨병성 신증 추정 장치가 구동하기 위한 환경을 나타낸 도면이다.

[20] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

[21] 도 3은 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[22] 도 4 내지 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 방법 및 장치에서 진단검사 데이터에 기반하여 시계열 변화 데이터를 생성하는 것을 설명하는 도면이다.

[23] 도 7 및 도 8은 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 방법 및 장치에서 추정 시점 이후에 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하기 위한 학습 모델의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[24]

발명의 실시를 위한 형태

[25] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[26] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[27] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[28]

[29] 도 1을 참조하여 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치를 구동하기 위한 환경을 설명한다.

[30] 본 개시의 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 방법을 수행하거나 당뇨병성 신증 추정 장치를 구동하기 위한 환경은 당뇨병성 신증 추정 장치(100) 및 병원 정보 장치(200)를 포함할 수 있다.

[31] 병원 정보 장치(200)는 환자가 수행한 다양한 진단검사, 방사선 검사, 의무 기록 등의 다양한 데이터를 저장하는 정보 장치로서, 방사선 정보 시스템 (RIS: Radiology Information System), 임상 정보 시스템(LIS: Laboratory Information System), 전자 의무 기록 시스템 (EMR: Electronic Medical Record), 영상 저장 및

전송 시스템(PACS: Picture Archiving Communication System), 처방 전달 시스템(OCS: Order Communication System) 등이거나 그 들을 복합적으로 수행하는 장치일 수 있다.

[32] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 병원 정보 장치(200)로부터 환자의 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터, 약제 복용 정보 데이터를 수신하고 데이터의 무결성, 데이터의 결측 여부, 검사 측정일, 기존 처방 이력 등을 확인할 수 있다.

[33] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터로부터 파생된 2차 데이터를 머신 러닝 기반의 제1 학습 모델에 입력하여 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정할 수 있다.

[34] 머신 러닝 기반의 학습 모델은 학습 모델은 CNN 또는 R-CNN(Region based CNN), C-RNN(Convolutional Recursive Neural Network), Fast R-CNN, Faster R-CNN, R-FCN(Region based Fully Convolutional Network), YOLO(You Only Look Once) 또는 SSD(Single Shot Multibox Detector)구조의 신경망을 포함하거나, SVM(Support Vector Machine) 분류기를 포함할 수 있고, 특별히 그 종류를 한정하지 않는다. 학습 모델은 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있으며, 학습 모델의 일부 또는 전부가 소프트웨어로 구현되는 경우 학습 모델을 구성하는 하나 이상의 명령어는 메모리에 저장될 수 있다.

[35]

[36] 도 2를 참조하여 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치(100)의 구성을 설명한다.

[37] 일 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 병원 정보 장치(200)와 통신을 수행하기 위한 통신 인터페이스(110)를 포함할 수 있다.

[38] 통신 인터페이스(110)는 무선 통신부 또는 유선 통신부를 포함할 수 있다.

[39] 무선 통신부는, 이동통신 모듈, 무선 인터넷 모듈, 근거리 통신 모듈, 위치정보 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[40] 이동통신 모듈은, 이동통신을 위한 통신방식인 LTE(Long Term Evolution) 등에 따라 구축된 이동 통신망 상에서 기지국, 외부의 단말, 서버 중 적어도 하나와 무선 신호를 송수신한다.

[41] 무선 인터넷 모듈은 무선 인터넷 접속을 위한 모듈로서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)에 내장되거나 외장될 수 있고, WLAN(Wireless LAN), Wi-Fi(Wireless-Fidelity), Wi-Fi(Wireless Fidelity) Direct, DLNA(Digital Living Network Alliance) 등이 사용될 수 있다.

[42] 근거리 통신 모듈은 근거리 통신을 통하여 데이터 송수신을 위한 모듈로서, 블루투스(Bluetooth™), RFID(Radio Frequency Identification), 적외선 통신(Infrared Data Association; IrDA), UWB(Ultra Wideband), ZigBee, NFC(Near Field

Communication) 등을 사용할 수 수 있다.

[43] 일 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 사용자의 입력 및 데이터, 추정 결과의 표시를 위한 인터페이스부(120)를 포함할 수 있고, 인터페이스부(120)는 입력부 또는 출력부를 포함할 수 있다.

[44] 입력부는 마이크로폰, 사용자로부터 정보를 입력 받기 위한 터치 인터페이스를 포함하는 사용자 인터페이스(UI: User Interface)를 포함하고, 사용자 인터페이스는 마우스, 키보드뿐만 아니라 장치에 구현된 기계식, 전자식 버튼(121) 등의 인터페이스 등을 포함할 수 있고 사용자의 명령을 입력 가능한 것이라면 특별히 그 방식과 형태를 한정하지 않는다. 전자식 인터페이스는 터치 입력 가능한 디스플레이(122)를 포함할 수 있다.

[45] 출력부는 당뇨병성 신증 추정 장치(100)의 출력을 외부에 표출하여 사용자에게 정보를 전달하기 위한 것으로서, 시각적 출력, 청각적 출력 또는 촉각적 출력을 표출하기 위한 디스플레이, LED, 스피커(123) 등을 포함할 수 있다.

[46] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 다양한 종류의 연결된 외부 기기와의 데이터 전송을 위한 주변 장치 인터페이스부를 포함할 수 있고, 메모리 카드(memory card) 포트, 외부 장치 I/O(Input/Output) 포트(port) 등을 포함할 수 있다.

[47] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 저장부(140)를 포함하고, 저장부(140)는 병원 정보 장치(200)로부터 전송 받거나 환자로부터 측정한 진단 검사 데이터를 일시적 또는 비 일시적으로 저장할 수 있다.

[48] 일 실시 예에서, 메모리(130)는 훈련된 학습 모델에 포함된 인공 신경망(CNN, RNN 에 기반한 신경망일 수 있다)의 최적화된 모델 파라미터들을 저장할 수 있다.

[49] 다른 실시 예에서, 메모리(130)는 머신 러닝 기반의 학습 모델을 훈련시키기 위한 훈련 데이터 및 코드(code)를 저장할 수 있다.

[50] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 훈련된 학습 모델을 특정 입력에 적용하여 당뇨병성 신증 여부를 추정하기 위해 프로세서(180)를 이용할 수 있다. 다른 실시 예에서, 머신 러닝 기반의 학습 모델을 훈련시키기 위해 프로세서(180)를 이용할 수 있다. 프로세서(180)는 다양한 학습 기법을 이용하여 인공 신경망을 반복적으로 학습시킴으로써, 인공 신경망의 최적화된 모델 파라미터들을 결정하거나, 학습된 인공 신경망의 모델 파라미터에 따라 학습 모델을 입력에 적용하여 결과 값을 추론할 수 있다.

[51]

[52] 도 3을 참조하여 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치(100)의 당뇨병성 신증 추정 방법을 설명한다.

[53] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 병원 정보 장치(200)에서 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하려는 대상 환자의 인구학적 데이터, 임상 데이터 및 진단검사 데이터를 수신하여 데이터의 종류, 데이터의 무결성, 데이터의 결측치 등을 확인할 수 있다(S110). 필요한 경우, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 특정

일자의 진단검사 데이터 중에서 미리 설정된 검사 항목의 데이터가 결측되거나, 일정 개수 이상의 검사 항목의 데이터가 결측된 경우 해당 데이터의 미 사용을 결정할 수 있다.

[54] 인구학적 데이터는 환자의 성별, 생년월일, 나이, 내원 횟수 및 시점, 당뇨병 타입, 당뇨병 진단 날짜, 당뇨병 발병 기간 등이 포함될 수 있고, 임상 데이터는 모든 내원 시 측정된 데이터로 키, 몸무게, 혈압, 심혈관계 질환 여부, 기타 질환 여부 등이 포함될 수 있고, 진단검사 데이터는 병원 방문 시 측정된 데이터로 추정사구체여과율(eGFR), 알부민 크레아틴 비(ACR), 당화혈색소(HbA1c), 공복혈당(FBS), 헤모글로빈, 백혈구, ALT, AST, 빌리루빈, 글루코스, HDL, LDL, 알부민, 포타슘, 크레아틴 등 혈액과 소변에서 검사될 수 있는 모든 종류의 수치적 데이터가 포함될 수 있다. 약제 복용 정보 데이터는 환자가 당뇨병 조절을 위해 복용 중이거나 복용했던 모든 종류의 약제에 대한 데이터가 포함될 수 있다.

[55] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 수신하거나 입력된 진단검사 데이터의 측정일을 확인하고(S120), 미리 설정된 진단검사 항목의 검사 결과에 대하여 진단검사 데이터의 2차적인 데이터인 기간에 따른 변화와 관련된 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 생성할 수 있다.

[56] 이후, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 머신 러닝 기반의 제1 학습 모델에 입력하여 환자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정할 수 있다(S130).

[57] 제1 학습 모델은 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 당뇨병성 신증의 발생 여부 및/또는 악화 정도로 레이블링(labeling)한 훈련 데이터로 훈련된 딥러닝 기반의 학습 모델일 수 있다.

[58] 일 실시 예에서, 훈련 데이터의 레이블링은 아래와 같이 당뇨병성 신증의 악화 정도로 레이블링한 것일 수 있다.

[59]

[60] [표1]

1기 신증후군 전기	신장에 영향이 없는 시기
2기 조기 신증후군	미량의 알부민뇨 사구체여과율은 정상이거나 상승
3기-A 현성 신증후군 전기	지속적 단백뇨(1g/일 미만) 사구체여과율 정상
3기-B 현성 신증후군 후기	지속적 단백뇨(1g/일 이상) 사구체여과율 저하
4기 신부전	지속적 단백뇨, 사구체여과율 현저한 저하, 혈철 크레아틴 상승
5기 신장투석기	신장기능 상실 생명유지를 위한 투석 필요

[61] 1기는 신증후군 전기로서 신장에 영향이 없는 시기이고, 2기는 조기 신증후군 시기로서 미량의 알부민뇨 사구체 여과율은 정상이거나 상승 중인 시기이고, 3기-A는 현성 신증후군 전기로서 지속적 단백뇨(1g/일 미만)를 보이나 사구체 여과율은 정상이고, 3기-B는 현성 신증후군 후기로서 지속적 단백뇨(1g/일 이상)를 보이고 사구체 여과율도 저하되고, 4기는 신부전 시기로서 지속적 단백뇨, 사구체 여과율 현저한 저하를 보이고 혈철 크레아틴도 상승되고, 5기는 신장 투석기로서 신장기능이 상실되고 생명 유지를 위한 투석이 필요한 시기이다.

[62]

[63] 도 4 내지 도 6을 참조하여 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치(100)의 시계열 데이터를 생성하는 방법을 설명한다.

[64] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 수신 또는 입력된 진단검사 데이터의 다양한 검사 항목 중에서 미리 설정된 검사 항목의 데이터를 미리 설정된 단기간 및 장기간의 진단검사 결과 값의 변화에 각각 기반하여 단기 변화 데이터 및 장기 변화 데이터로 생성할 수 있다.

[65]

[66] 도 4를 참조하면, 환자가 최초 병원에 내원하여 받은 진단검사의 검사일(D1)로부터 가장 최근 검사일(D7)까지 여러 번에 걸쳐서 진담검사를 받고 그에 따른 검사 결과 값을 메모리(130) 또는 저장부(140)에서 로딩할 수 있다.

[67] 일 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점으로부터 가까운 순서로 첫 번째 검사 시점(D7) 및 두 번째

검사 시점(D6)의 진단검사 결과의 변화(420)를 첫 번째 검사 시점 및 두 번째 검사 시점 사이의 기간으로 나눈 값을 단기 변화 데이터로 생성할 수 있다.

[68] 일 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점으로부터 가까운 순서로 첫 번째 검사 시점(D7) 및 최초 검사 시점(D1)의 진단검사 결과의 변화(410)를 첫 번째 검사 시점 및 최초 검사 시점 사이의 기간으로 나눈 값을 장기 변화 데이터로 생성할 수 있다.

[69] 따라서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 미리 설정된 진단검사 데이터의 검사 항목에 대한 검사 결과에 대한 가장 최근의 변화 및 최초 내원 시점으로부터의 장기적인 변화를 반영하여 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정할 수 있다.

[70]

[71] 도 5를 참조하면, 환자가 최초 병원에 내원하여 받은 진단검사의 검사일(D1)로부터 가장 최근 검사일(D7)까지 여러 번에 걸쳐서 진담검사를 받고 그에 따른 검사 결과 값을 메모리(130) 또는 저장부(140)에서 로딩할 수 있다.

[72] 일 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 최초 검사 시점(D1)부터 가장 최근 검사 시점(D7)까지 미리 설정된 진단검사 항목의 데이터에 대한 선형회귀 모델의 기울기 값을 장기 변화 데이터로 생성하고, 단기 변화 데이터는 도 4의 방법에 따라 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점으로부터 가까운 순서로 첫 번째 검사 시점(D7) 및 최초 검사 시점(D1)의 진단검사 결과의 변화(510)에 기반하여 생성할 수 있다. 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 선형회귀 모델을 추정하기 위하여 최초 내원 시점(D1)부터 최근 검사 시점(D7)까지의 모든 진단검사 항목 검사 결과 값에 대하여 평균 제곱 오차 (Mean Square Error, MSE), 최소 제곱법 등으로 선형회귀 모델을 추정할 수 있다. 이 경우, 가장 최근 검사 시점(D7)의 검사 결과가 일시적으로 비정상적으로 높게 나온 경우 단기 변화 데이터 및 장기 변화 데이터에 모두 영향을 미치는 것을 방지할 수 있다.

[73]

[74] 도 6을 참조하면, 환자가 최초 병원에 내원하여 받은 진단검사의 검사일(D1)로부터 가장 최근 검사일(D7)까지 여러 번에 걸쳐서 진담검사를 받고 그에 따른 검사 결과 값을 메모리(130) 또는 저장부(140)에서 로딩할 수 있다.

[75] 일 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 미리 설정된 기간을 윈도우로 하여 최초 검사 시점(D1)부터 가장 최근 검사 시점(D7)까지 슬라이딩 윈도우 방식으로 각 윈도우 내 진단검사 결과의 평균 값의 변화 데이터를 시계열 변화 데이터로 생성할 수 있다.

[76] 예를 들어, 3개월의 윈도우 기간을 설정하고 윈도우의 시작 시기를 최초 검사 시점(D1)에 적용하여 최초 검사 시점(D1)으로부터 3개월 이내의 검사들의 검사 결과 값의 평균을 윈도우(610)의 값으로 설정할 수 있다. 윈도우의 시작 시기를 이후 두 번째 검사 시점(D2)에 적용하여 검사 시점(D2)으로부터 3개월 이내의 검사들의 검사 결과 값의 평균을 윈도우(620)의 값으로 설정할 수 있고 동일한 방식으로 계속 윈도우를 이동시키면서 검사결과의 항목 값을 설정할 수 있다. 일

예로, 각 윈도우의 값의 변화를 시계열 데이터로서 학습 모델에 입력하여 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정할 수 있다.

[77] 따라서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 미리 설정된 진단검사 데이터의 검사 항목에 대한 검사 결과에 대한 일부 검사 시점의 비 정상적인 데이터의 영향 확대를 배제할 수 있다.

[78]

[79] 도 7을 참조하여 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치(100)가 미래의 당뇨병성 신증의 발생 가능성 또는 악화 가능성을 예측하는 방법을 설명한다.

[80] 도 7을 참조하면, 환자가 최초 병원에 내원하여 받은 진단검사의 검사일(t-n)로부터 가장 최근 검사일(t)까지 여러 번에 걸쳐서 진담검사를 받고, 그에 따른 검사 결과 값을 메모리(130) 또는 저장부(140)에서 로딩할 수 있다. 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 미리 설정된 복수의 진단 검사 항목(X...Z)에 대해 최초 병원에 내원하여 받은 진단검사의 검사일(t-n)로부터 가장 최근 검사일(t)까지 여러 번에 걸친 진단검사 결과 데이터를 로딩할 수 있다.

[81] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 특정 진단검사 항목(X)의 최초 병원에 내원하여 받은 진단검사의 검사일(t-n)로부터 가장 최근 검사일(t)까지의 데이터를 해당 진단검사 항목(X) 데이터의 시계열 데이터로 훈련된 RNN(Recurrent Neural Networks) 또는 LSTM(Long Short Term Memory) 기반의 시퀀스 모델(710)에 입력하여 다음 예상 검사 시점(t+1)의 예상 진단검사 항목 결과 값(Xt+1)을 예측할 수 있다. 다른 진단검사 항목(Z)에 대해서도 동일한 방법으로 해당 진단검사 항목(Z) 데이터의 시계열 데이터로 훈련된 RNN 또는 LSTM 기반의 시퀀스 모델(720)에 입력하여 다음 예상 검사 시점(t+1)의 예상 진단검사 항목 결과 값(Zt+1)을 예측할 수 있다

[82] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 미리 설정된 진단검사 검사 항목의 다음 예상 검사 시점(t+1)의 예측 값을 딥러닝 기반의 학습 모델에 다른 입력 데이터들(예를 들어, 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터)과 함께 입력하여 미래 시점의 당뇨병성 신증 발생 가능성 또는 악화 가능성을 예측할 수 있다.

[83] 다른 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 예상 검사 시점(t+1)의 예측 값에 기반한 시계열 변화 데이터를 앞에서 설명한 시계열 변화 데이터 생성 방법을 적용하여 생성하고, 예상 검사 시점(t+1)의 예측 값에 기반한 시계열 변화 데이터를 딥러닝 기반의 학습 모델에 입력할 수도 있다.

[84]

[85] 도 8을 참조하여 본 개시의 일 실시 예에 따른 당뇨병성 신증 추정 장치(100)가 트리 모델(tree model) 에 기반하여 당뇨병성 신증의 발생 가능성 또는 악화 가능성을 추정하는 방법을 설명한다.

[86] 일 실시 예에서 트리 모델은 랜덤 포레스트 모델(Random Forest Model)의

복수의 트리 형태로 구성될 수 있다.

[87] 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 인구학적 데이터, 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터로부터 생성한 시계열 변화 데이터를 당뇨병성 신증의 발생 여부 및/또는 악화 정도로 레이블링한 훈련 데이터로 훈련된 랜덤 포레스트 모델을 기 설정된 알고리즘을 통해서 구성할 수 있고, 랜덤 포레스트 모델을 구성하는 알고리즘은 종래의 구성 알고리즘을 이용할 수 있으므로 자세한 설명은 생략한다..

[88] 랜덤 포레스트 모델은 하나의 트리 또는 복수의 트리 형태로 구성될 수 있다. 트리의 마지막 말단은 입력된 데이터에 대한 당뇨병성 신증의 발생 여부 및/또는 악화 정도를 추정하는 값일 수 있다.

[89] 랜덤 포레스트 모델이 복수의 트리로 구성된 경우, 예를 들어, 당뇨병성 신증의 발생 여부 및/또는 악화 정도로 레이블링된 훈련 데이터를 랜덤 샘플링하여 복수의 서브셋(subset)을 구성하고 각각의 서브셋에 대응하는 복수의 미리 설정되거나 훈련 데이터에 따른 깊이(depth)를 가지는 트리를 생성하도록 훈련될 수 있다. 훈련된 랜덤 포레스트 모델에 기반한 학습 모델에 진단검사 데이터 등의 입력 데이터를 입력하고, 복수의 트리에서 결정(출력)되는 응답값 중에서 최대 빈도값(Majority-Voting)을 최종 응답값(출력값)으로 결정하여 당뇨병성 신증의 발생 여부 및/또는 악화 정도를 추정할 수 있다.

[90]

[91] 다른 실시 예에서, 당뇨병성 신증 추정 장치(100)는 트리 모델에 상기 인구학적 임상 데이터, 진단검사 데이터 및 진단검사 데이터로부터 생성한 시계열 변화 데이터를 당뇨병성 신증의 발생 여부 및/또는 악화 정도로 레이블링한 훈련 데이터로 복수의 트리를 구성하고, 복수의 트리에 기반한 GBM(Gradient Boosting Machine) 기반의 학습 모델을 적용하여 상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정할 수 있다. GBM 기반의 학습 모델은 LightGBM 학습 모델일 수 있다. 이 때, 복수의 트리의 모든 특징점(feature)를 GBM 기반의 학습 모델에 적용하거나, 다른 예로서 LASSO를 이용하여 선택된 일부 특징점을 GBM 기반의 학습 모델에 적용할 수 있다.

[92]

[93] 전술한 본 개시는, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다. 또한, 상기 컴퓨터는 각 장치의 프로세서를 포함할 수도 있다.

[94] 한편, 상기 프로그램은 본 개시를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수

있다. 프로그램의 예에는, 컴파일러에 의하여 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함될 수 있다.

[95] 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.

[96] 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 인자(factor)에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[97] 따라서, 본 개시의 사상은 상기 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 개시의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

[98]

[99] 본 발명은 아래와 같이 기재된 국가연구개발사업에 의해 지원을 받는다.

[100] [과제고유번호] 0252211001

[101] [부처명] 과학기술정보통신부

[102] [과제관리(전문)기관명] 정보통신산업진흥원

[103] [연구사업명] AI정밀의료솔루션(닥터앤서2.0)개발

[104] [연구과제명] AI정밀의료솔루션(닥터앤서2.0)개발

[105] [과제수행기관명] 분당서울대학교병원

[106] [연구기간] 2021.04.01 ~ 2021.12.31

[107]

[108] [과제고유번호] 1711130894

[109] [부처명] 과학기술정보통신부

[110] [과제관리(전문)기관명] 한국연구재단

[111] [연구사업명] 오믹스기반정밀의료기술개발사업(R&D)

[112] [연구과제명] 코호트 기반 당뇨합병증 정밀의료기술 개발

[113] [과제수행기관명] 고려대학교

[114] [연구기간] 2021.01.01 ~ 2021.12.31

청구범위

[청구항 1] 각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서,
대상자의 인구학적 데이터, 임상 데이터 및 진단검사 데이터를 확인하는 단계;
상기 진단검사 데이터의 측정일을 확인하는 단계; 및
상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 머신 러닝 기반의 제1 학습 모델에 입력하여 상기 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계를 포함하는,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 시계열 변화 데이터는 상기 진단검사 데이터의 미리 설정된 진단검사 항목의 데이터를 미리 설정된 단기간 및 장기간의 진단검사 결과의 변화에 각각 기반한 단기 변화 데이터 및 장기 변화 데이터를 포함하는,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 3] 제2 항에 있어서,
상기 단기 변화 데이터는 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점으로부터 가까운 순서로 첫 번째 검사 시점 및 두 번째 검사 시점의 진단검사 결과의 변화를 상기 첫 번째 검사 시점 및 상기 두 번째 검사 시점 사이의 기간으로 나눈 값인,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 4] 제2 항에 있어서,
상기 장기 변화 데이터는 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점으로부터 가까운 순서로 첫 번째 검사 시점 및 최초 검사 시점의 진단검사 결과의 변화를 상기 첫 번째 검사 시점 및 상기 최초 검사 시점 사이의 기간으로 나눈 값인,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 5] 제2 항에 있어서,
상기 장기 변화 데이터는 최초 검사 시점부터 가장 최근 검사 시점까지 미리 설정된 진단검사 항목의 데이터에 대한 선형회귀 모델의 기울기 값인,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 6] 제1 항에 있어서,
상기 시계열 변화 데이터는 미리 설정된 기간을 윈도우로 하여 최초 검사 시점부터 가장 최근 검사 시점까지 슬라이딩 윈도우 방식으로 각 윈도우 내 진단검사 결과의 평균 값의 변화 데이터를 포함하는,

당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 7] 제1 항에 있어서,
상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계는,
상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 시계열 변화 데이터를 당뇨병성 신증의 발생 여부 및 악화 정도로 레이블링(labeling)한 훈련 데이터로 훈련된 학습 모델에 의하여 상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계를 포함하는,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 8] 제7 항에 있어서,
상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계는,
상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 시계열 변화 데이터를 랜덤 포레스트 모델에 포함된 단일 트리(tree) 또는 복수의 트리에 입력하여 상기 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계를 포함하고,
상기 랜덤 포레스트 모델이 복수의 트리로 구성된 경우 상기 랜덤 포레스트 모델은 각 트리로부터 획득된 값들 중 최대 빈도값(Majority-Voting)을 출력하도록 훈련된,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 9] 제7 항에 있어서,
상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계는,
상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 시계열 변화 데이터에 기반한 복수의 트리를 구성하는 단계; 및
상기 복수의 트리에 GBM(Gradient Boosting Machine) 기반의 학습 모델을 적용하여 상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 단계를 포함하는,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 10] 제7 항에 있어서,
상기 진단검사 데이터의 각 항목별 시계열 데이터로 훈련된 RNN(Recurrent Neural Networks) 또는 LSTM(Long Short Term Memory) 기반의 시퀀스 모델에 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점까지의 상기 진단검사 데이터의 각 항목별 진단검사 결과를 입력하여 상기 진단검사 데이터의 각 항목별 진단검사 결과 예측값을 결정하는 단계; 및
상기 진단검사 데이터의 각 항목별 진단검사 결과 예측값을 머신 러닝 기반의 제2 학습 모델에 입력하여 당뇨병성 신증 발생 가능성 또는 악화 가능성을 예측하는 단계를 더 포함하는,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 11] 적어도 하나의 프로세서; 및

상기 프로세서와 전기적으로 연결되고, 상기 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드(code)가 저장되는 메모리를 포함하고,
상기 메모리는 상기 프로세서를 통해 실행될 때 상기 프로세서가,
대상자의 인구학적 데이터, 임상 데이터 및 진단검사 데이터를 확인하고,
상기 진단검사 데이터의 측정일을 확인하고, 상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 진단검사 데이터의 시계열 변화 데이터를 머신 러닝 기반의 학습 모델에 입력하여 상기 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하도록 야기하는 코드를 저장하는,
당뇨병성 신증 추정 장치.

[청구항 12] 제11 항에 있어서,
상기 시계열 변화 데이터는 상기 진단검사 데이터의 미리 설정된 진단검사 항목의 데이터를 미리 설정된 단기간 및 장기간의 진단검사 결과의 변화에 각각 기반한 단기 변화 데이터 및 장기 변화 데이터를 포함하는,
당뇨병성 신증 추정 장치.

[청구항 13] 제12 항에 있어서,
상기 단기 변화 데이터는 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점으로부터 가까운 순서로 첫 번째 검사 시점 및 두 번째 검사 시점의 진단검사 결과의 변화를 첫 번째 검사 시점 및 두 번째 검사 시점 사이의 기간으로 나눈 값인,
당뇨병성 신증 추정 장치.

[청구항 14] 제12 항에 있어서,
상기 장기 변화 데이터는 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점으로부터 가까운 순서로 첫 번째 검사 시점 및 최초 검사 시점의 진단검사 결과의 변화를 첫 번째 검사 시점 및 최초 검사 시점 사이의 기간으로 나눈 값인,
당뇨병성 신증 추정 장치.

[청구항 15] 제12 항에 있어서,
상기 장기 변화 데이터는 최초 검사 시점부터 가장 최근 검사 시점까지 미리 설정된 진단검사 항목의 데이터에 대한 선형회귀 모델의 기울기 값인,
당뇨병성 신증 추정 장치.

[청구항 16] 제11 항에 있어서,
상기 시계열 변화 데이터는 미리 설정된 기간을 윈도우로 하여 최초 검사 시점부터 가장 최근 검사 시점까지 슬라이딩 윈도우 방식으로 확인된 진단검사 결과의 변화 데이터를 포함하는,
당뇨병성 신증 추정 장치.

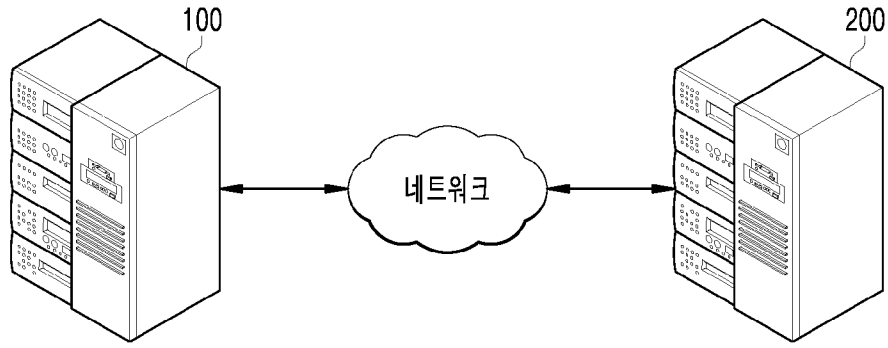
[청구항 17] 제11 항에 있어서,
상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,
상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 시계열 변화 데이터를 당뇨병성 신증의 발생 여부 및 악화 정도로 레이블링(labeling)한 훈련 데이터로 훈련된 학습 모델에 의하여 상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,
당뇨병성 신증 추정 장치.

[청구항 18] 제17 항에 있어서,
상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,
상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 시계열 변화 데이터를 랜덤 포레스트 모델에 포함된 단일 트리(tree) 또는 복수의 트리에 입력하여 상기 대상자의 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하도록 야기하는 코드를 더 저장하고,
상기 랜덤 포레스트 모델이 복수의 트리로 구성된 경우 상기 랜덤 포레스트 모델은 각 트리로부터 획득된 값들 중 최대 빈도값(Majority-Voting)을 출력하도록 훈련된,
당뇨병성 신증 추정 장치.

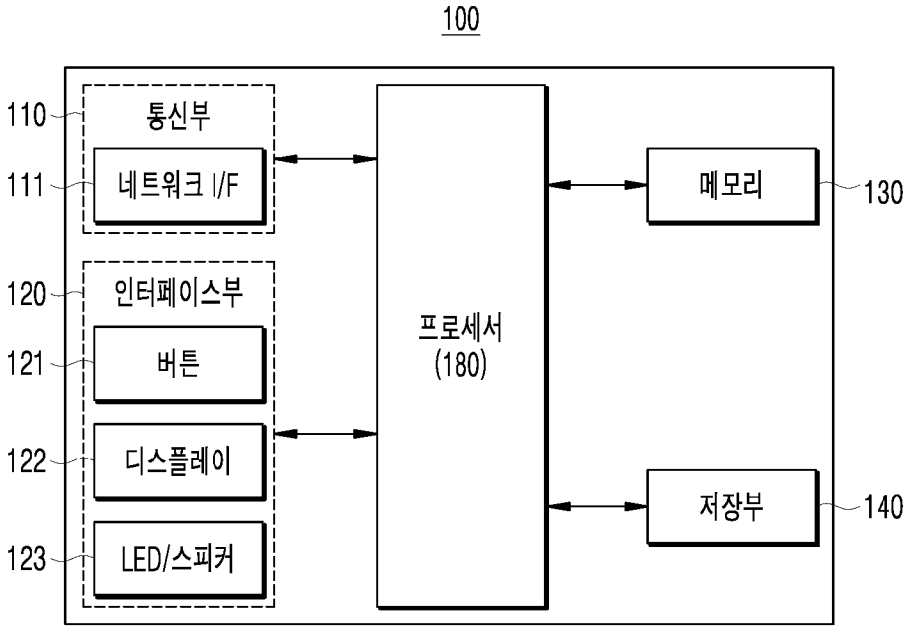
[청구항 19] 제17 항에 있어서,
상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,
상기 인구학적 데이터, 상기 임상 데이터, 상기 진단검사 데이터 및 상기 시계열 변화 데이터에 기반한 복수의 트리를 구성하고, 상기 복수의 트리에 GBM(Gradient Boosting Machine) 기반의 학습 모델을 적용하여 상기 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,
당뇨병성 신증 추정 방법.

[청구항 20] 제17 항에 있어서,
상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,
상기 진단검사 데이터의 각 항목별 시계열 데이터로 훈련된 RNN(Recurrent Neural Networks) 또는 LSTM(Long Short Term Memory) 기반의 시퀀스 모델에 당뇨병성 신증의 발생 또는 악화를 추정하는 시점까지의 상기 진단검사 데이터의 각 항목별 진단검사 결과를 입력하여 상기 진단검사 데이터의 각 항목별 진단검사 결과 예측값을 결정하고, 상기 진단검사 데이터의 각 항목별 진단검사 결과 예측값을 머신 러닝 기반의 제2 학습 모델에 입력하여 당뇨병성 신증 발생 가능성 또는 악화 가능성을 예측하도록 야기하는 코드를 더 저장하는,
당뇨병성 신증 추정 장치.

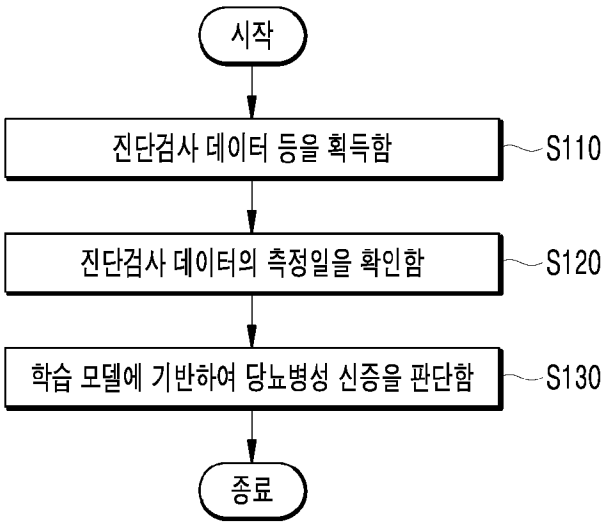
[도1]


100
200
네트워크

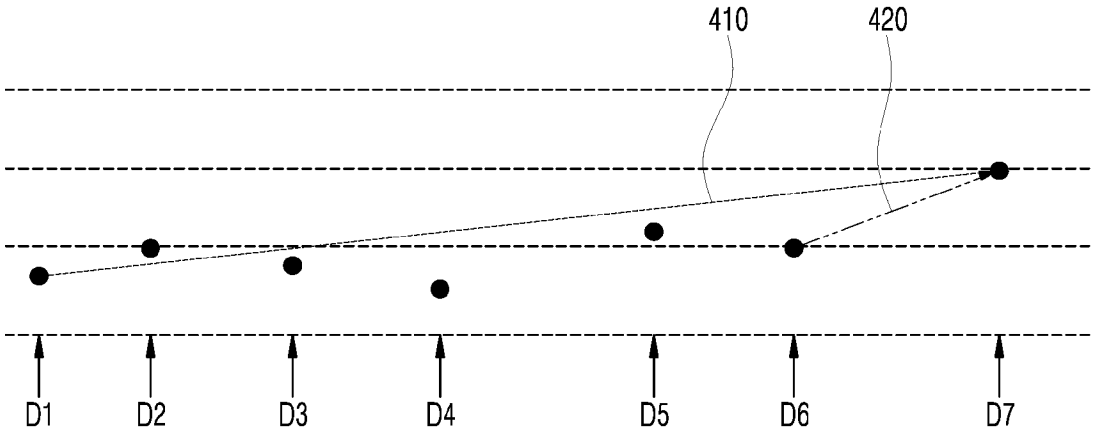
[도2]


100
110
통신부
111
네트워크 I/F
120
인터페이스부
121
버튼
122
디스플레이
123
LED/스피커
프로세서
(180)
메모리
130
저장부
140

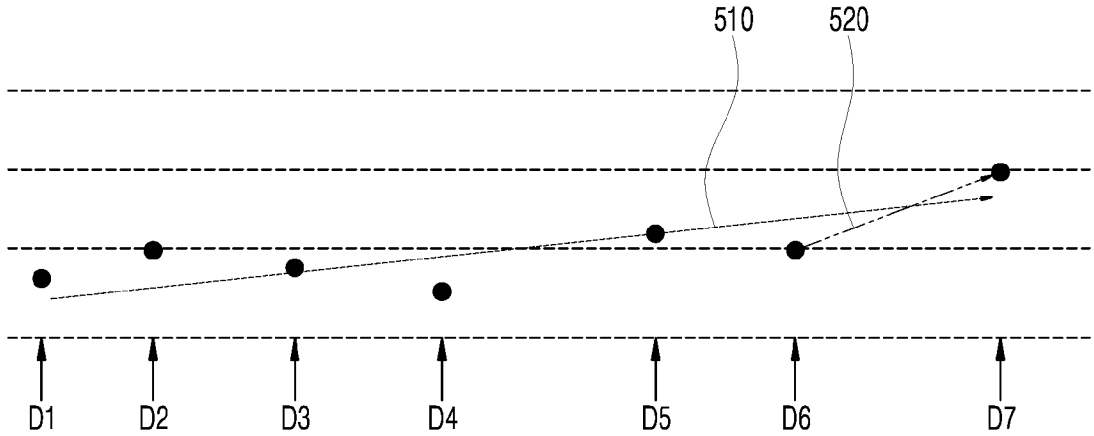
[도3]


시작
진단검사 데이터 등을 획득함
S110
진단검사 데이터의 측정일을 확인함
S120
학습 모델에 기반하여 당뇨병성 신증을 판단함
S130
종료

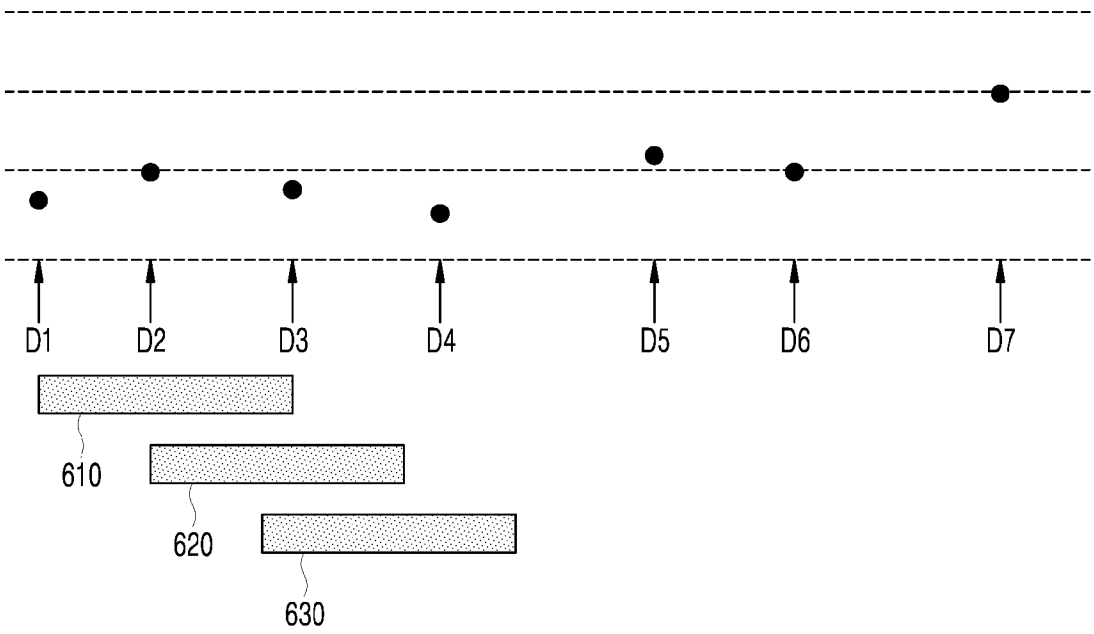
[도4]


410
420
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7

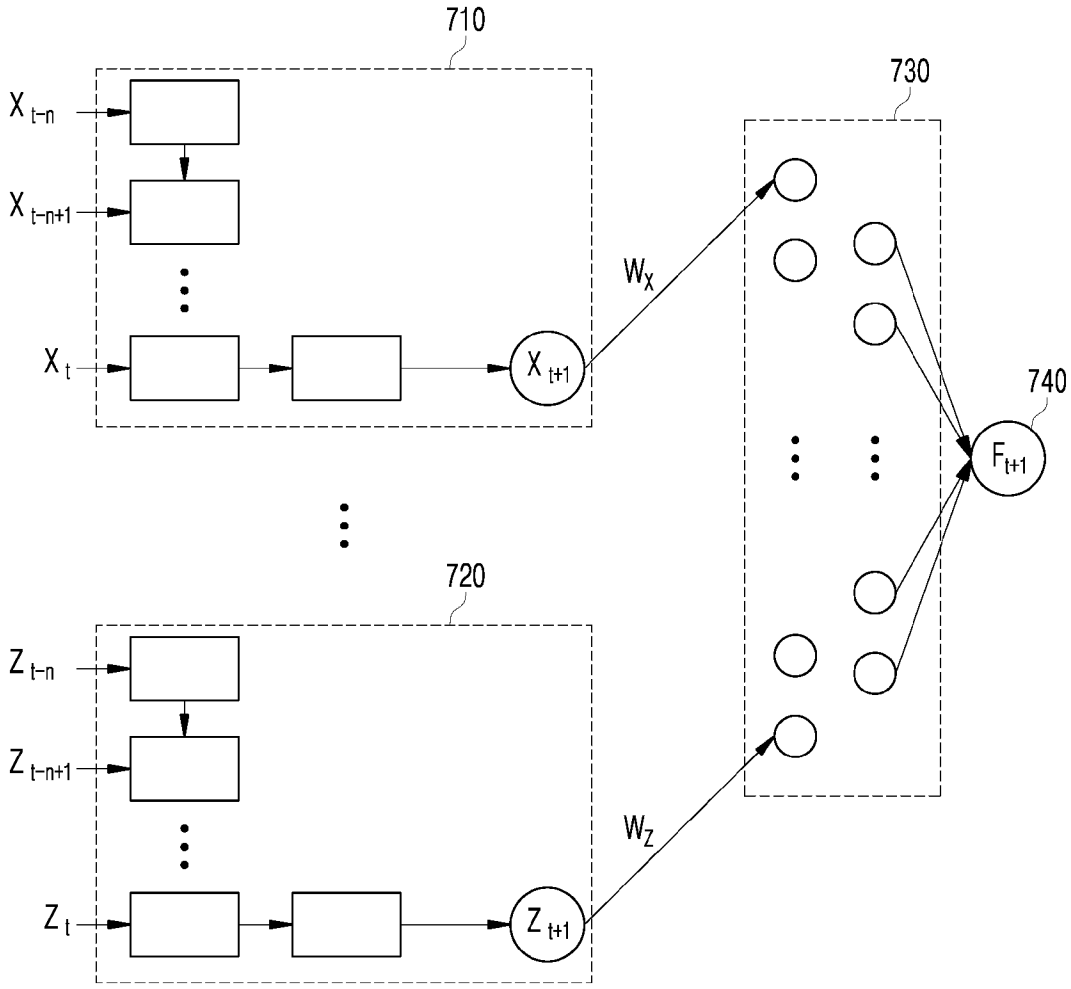
[도5]


510
520
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7

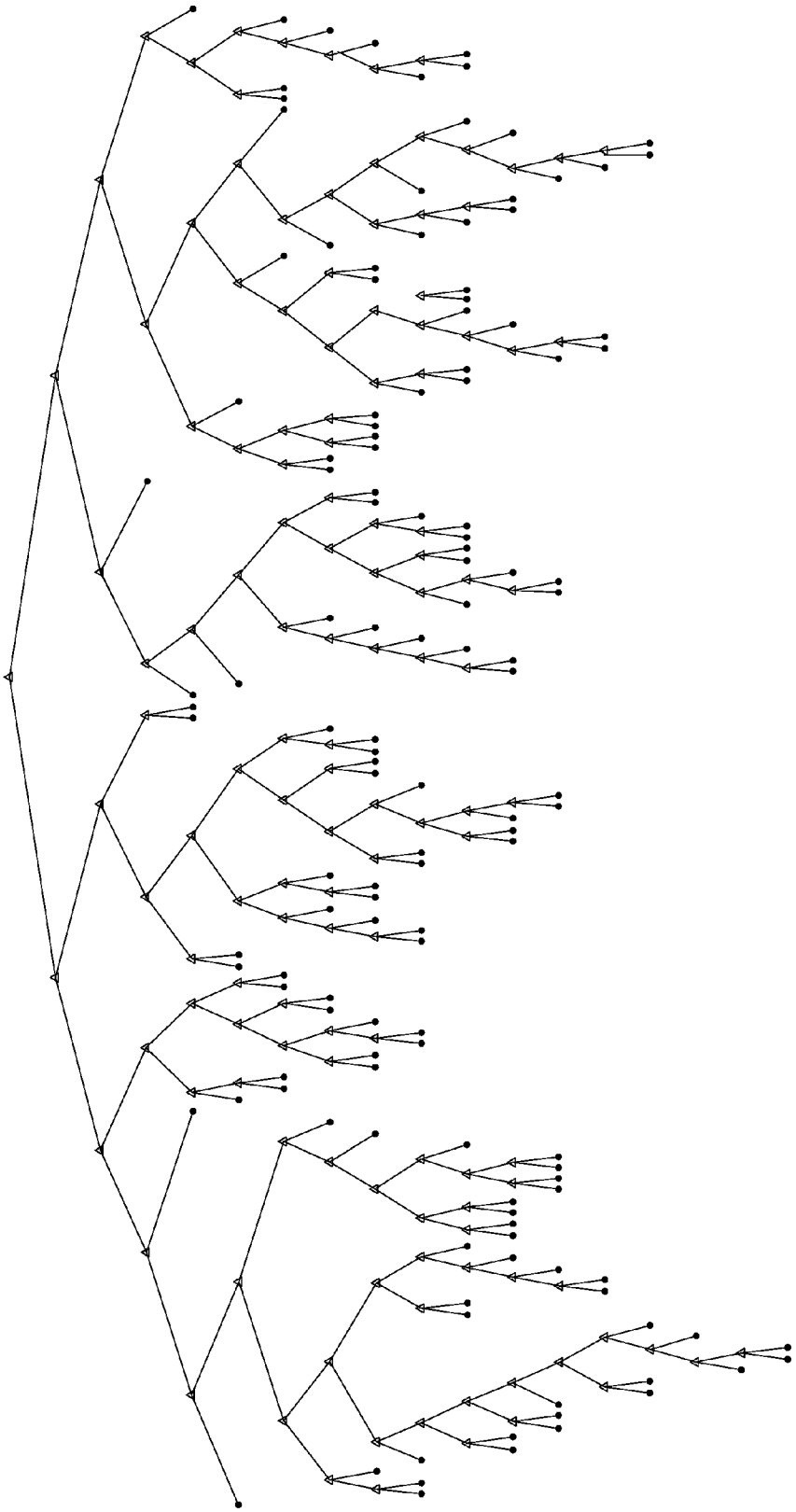
[도6]


D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
610
620
630

[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/018230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/20(2006.01)i; **A61B 5/00**(2006.01)i; **A61B 5/145**(2006.01)i; **G16H 50/50**(2018.01)i; **G16H 50/70**(2018.01)i; **G16H 10/40**(2018.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 5/20(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/145(2006.01); G01N 33/493(2006.01); G06N 20/00(2019.01); G16H 10/60(2018.01); G16H 50/50(2018.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 당뇨병(diabetes), 신증(nephropathy), 추정(estimate), 머신러닝(machine learning)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2020-0097447 A (APRILIS CO., LTD.) 19 August 2020 (2020-08-19) See paragraphs [0037]-[0046].	1-20
Y	JP 2003-270241 A (OMRON CORP.) 25 September 2003 (2003-09-25) See paragraphs [0029] and [0056]; claims 5 and 6; and figure 6.	1-20
Y	KR 10-2021-0097515 A (UNIVERSITY INDUSTRY FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY WONJU CAMPUS) 09 August 2021 (2021-08-09) See paragraph [0035].	8-10,18-20
A	JP 2020-078648 A (DEXCOM INC.) 28 May 2020 (2020-05-28) See entire document.	1-20
A	KR 10-2021-0110284 A (INFORMED DATA SYSTEMS INC. D/B/A ONE DROP) 07 September 2021 (2021-09-07) See entire document.	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 February 2023	**23 February 2023**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/018230

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2020-0097447 A	19 August 2020	None	
JP 2003-270241 A	25 September 2003	None	
KR 10-2021-0097515 A	09 August 2021	KR 10-2446005 B1	21 September 2022
JP 2020-078648 A	28 May 2020	AU 2015-244291 A1	04 August 2016
		AU 2015-244291 B2	22 June 2017
		AU 2017-225153 A1	05 October 2017
		AU 2017-225153 B2	11 October 2018
		AU 2019-200136 A1	31 January 2019
		AU 2019-200136 B2	28 January 2021
		AU 2019-200136 B9	27 May 2021
		AU 2021-202444 A1	13 May 2021
		AU 2021-202444 B2	06 October 2022
		CA 2936774 A1	15 October 2015
		CN 106415556 A	15 February 2017
		CN 106415556 B	08 September 2020
		CN 111968737 A	20 November 2020
		EP 3128913 A1	15 February 2017
		EP 3128913 B1	08 May 2019
		EP 3434184 A1	30 January 2019
		EP 3434184 B1	27 October 2021
		EP 3437558 A1	06 February 2019
		JP 2017-515520 A	15 June 2017
		JP 2022-079506 A	26 May 2022
		JP 7043531 B2	29 March 2022
		US 2015-0289821 A1	15 October 2015
		US 2015-0289823 A1	15 October 2015
		WO 2015-156965 A1	15 October 2015
KR 10-2021-0110284 A	07 September 2021	AU 2019-335192 A1	08 April 2021
		CA 3111924 A1	12 March 2020
		CN 113614850 A	05 November 2021
		EP 3847669 A1	14 July 2021
		JP 2022-500797 A	04 January 2022
		US 2020-0077931 A1	12 March 2020
		WO 2020-051101 A1	12 March 2020

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/018230

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 5/20(2006.01)i; **A61B 5/00**(2006.01)i; **A61B 5/145**(2006.01)i; **G16H 50/50**(2018.01)i; **G16H 50/70**(2018.01)i; **G16H 10/40**(2018.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 5/20(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/145(2006.01); G01N 33/493(2006.01); G06N 20/00(2019.01); G16H 10/60(2018.01); G16H 50/50(2018.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 당뇨병(diabet), 신증(nephropathy), 추정(estimate) , 머신러닝(machine learning)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2020-0097447 A (아프릴리스 주식회사) 2020.08.19 단락 [0037]-[0046]	1-20
Y	JP 2003-270241 A (OMRON CORP.) 2003.09.25 단락 [0029],[0056]; 청구항 5,6; 도면 6	1-20
Y	KR 10-2021-0097515 A (연세대학교 원주산학협력단) 2021.08.09 단락 [0035]	8-10,18-20
A	JP 2020-078648 A (DEXCOM INC.) 2020.05.28 전체 문헌	1-20
A	KR 10-2021-0110284 A (인포메드 데이터 시스템즈 아이엔씨 디/비/에이 원 드롭) 2021.09.07 전체 문헌	1-20

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2023년02월22일(22.02.2023)	**2023년02월23일(23.02.2023)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

정종한

전화번호 **+82-42-481-5642**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/018230

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2020-0097447 A	2020/08/19	없음	
JP 2003-270241 A	2003/09/25	없음	
KR 10-2021-0097515 A	2021/08/09	KR 10-2446005 B1	2022/09/21
JP 2020-078648 A	2020/05/28	AU 2015-244291 A1	2016/08/04
		AU 2015-244291 B2	2017/06/22
		AU 2017-225153 A1	2017/10/05
		AU 2017-225153 B2	2018/10/11
		AU 2019-200136 A1	2019/01/31
		AU 2019-200136 B2	2021/01/28
		AU 2019-200136 B9	2021/05/27
		AU 2021-202444 A1	2021/05/13
		AU 2021-202444 B2	2022/10/06
		CA 2936774 A1	2015/10/15
		CN 106415556 A	2017/02/15
		CN 106415556 B	2020/09/08
		CN 111968737 A	2020/11/20
		EP 3128913 A1	2017/02/15
		EP 3128913 B1	2019/05/08
		EP 3434184 A1	2019/01/30
		EP 3434184 B1	2021/10/27
		EP 3437558 A1	2019/02/06
		JP 2017-515520 A	2017/06/15
		JP 2022-079506 A	2022/05/26
		JP 7043531 B2	2022/03/29
		US 2015-0289821 A1	2015/10/15
		US 2015-0289823 A1	2015/10/15
		WO 2015-156965 A1	2015/10/15
KR 10-2021-0110284 A	2021/09/07	AU 2019-335192 A1	2021/04/08
		CA 3111924 A1	2020/03/12
		CN 113614850 A	2021/11/05
		EP 3847669 A1	2021/07/14
		JP 2022-500797 A	2022/01/04
		US 2020-0077931 A1	2020/03/12
		WO 2020-051101 A1	2020/03/12