

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2025년 1월 2일 (02.01.2025)



(10) 국제공개번호

WO 2025/005388 A1

(51) 국제특허분류:

A61B 6/00 (2006.01)

G06T 7/62 (2017.01)

A61B 6/03 (2006.01)

G06T 7/11 (2017.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2024/003074

(22) 국제출원일:

2024년 3월 11일 (11.03.2024)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2023-0082852 2023년 6월 27일 (27.06.2023) KR

(71) 출원인: 사회복지법인 삼성생명공익재단 (SAMSUNG LIFE PUBLIC WELFARE FOUNDATION) [KR/KR]; 04348 서울특별시 용산구 이태원로55길 48, Seoul (KR).

(72) 발명자: 박채정 (PARK, Chae Jung); 06351 서울특별시 강남구 일원로 81, Seoul (KR). 김수종 (KIM, Soo Jong); 06351 서울특별시 강남구 일원로 81, Seoul (KR). 구윤아 (GU, Yun A); 06351 서울특별시 강남구 일원로 81, Seoul (KR). 서상원 (SEO, Sang Won); 06351 서울특별시 강남구 일원로 81, Seoul (KR). 장혜민 (JANG, Hye Min); 06351 서울특별시 강남구 일원로 81, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인(유한)아이시스 (ISIS IP LAW LLC); 06162 서울특별시 강남구 선릉로 94길 14, 12층, 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, MU, 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.

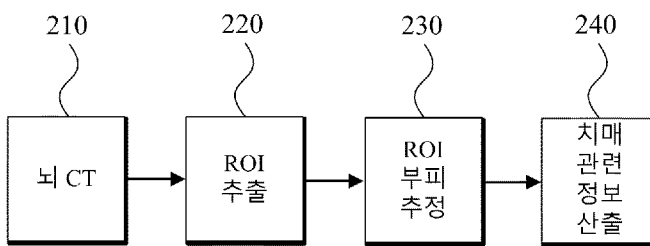
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, 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 FOR CALCULATING DEMENTIA-RELATED INFORMATION USING VOLUME PREDICTED BY BRAIN CT AND ANALYSIS DEVICE THEREOF

(54) 발명의 명칭: 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법 및 분석장치



(57) Abstract: The method for calculating dementia-related information using a volume predicted by a brain computed tomography (CT) comprises the steps of: receiving, by an analysis device, a brain CT image of a subject; inputting, by the analysis device, the brain CT image to a learned segmentation model to extract regions of interest; inputting, by the analysis device, pixel information of the regions of interest to a pre-trained first learning model to predict a volume of at least one region among the regions of interest; and inputting, by the analysis device, the volume of the at least one region to a pre-trained second learning model to calculate dementia-related information of the subject.

(57) 요약서: 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법은 분석장치가 대상자의 뇌 CT(Computed Tomography) 영상을 입력받는 단계, 상기 분석장치가 상기 뇌 CT 영상을 학습된 세그멘테이션 모델에 입력하여 관심 영역들을 추출하는 단계, 상기 분석장치가 상기 관심 영역들의 픽셀 정보를 사전에 학습된 제1 학습모델에 입력하여 상기 관심 영역들 중 적어도 하나의 영역의 부피를 예측하는 단계 및 상기 분석장치가 상기 적어도 하나의 영역의 부피를 사전에 학습된 제2 학습 모델에 입력하여 상기 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 단계를 포함한다.

210 ... Brain CT

220 ... Extract ROI

230 ... Predict volume of ROI

240 ... Calculate dementia-related

WO 2025/005388 A1

명세서

발명의 명칭: 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법 및 분석장치

기술분야

- [1] 이하 설명하는 기술은 뇌 CT 영상을 이용하여 대상자의 치매 관련 정보를 예측하는 기법이다.

배경기술

- [2] 치매(dementia)는 기억, 언어, 판단력 등 인지 기능 장애를 초래하는 증후군을 말한다. 알츠하이머(Alzheimer's disease)는 치매의 가장 흔한 유형이다. 알츠하이머 진단에는 MRI(Magnetic Resonance Imaging), PET 등의 뇌 영상이 사용되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 3D(dimensional) MRI 및 PET-CT(positron emission tomography-Computed Tomography)는 촬영에 시간 및 비용이 높게 소요된다. 이에 반하여 CT는 인체 내 금속물질 존재 등과 같은 제한 조건이 없고, MRI에 비하여 매우 빠르게 획득가능하며 상대적으로 비용도 저렴하다.
- [4] 이하 설명하는 기술은 뇌 CT 영상만을 이용하여 치매 여부, 치매 위험도, 뇌 위축도 등과 같은 치매 관련 정보를 산출하는 기법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [5] 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법은 분석장치가 대상자의 뇌 CT 영상을 입력받는 단계, 상기 분석장치가 상기 뇌 CT 영상을 학습된 세그멘테이션 모델에 입력하여 관심 영역들을 추출하는 단계, 상기 분석장치가 상기 관심 영역들의 픽셀 정보를 사전에 학습된 제1 학습모델에 입력하여 상기 관심 영역들 중 적어도 하나의 영역의 부피를 예측하는 단계 및 상기 분석장치가 상기 적어도 하나의 영역의 부피를 사전에 학습된 제2 학습 모델에 입력하여 상기 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 단계를 포함한다.
- [6] 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치는 대상자의 뇌 CT 영상을 입력받는 인터페이스 장치, 뇌 CT 영상에서 관심 영역을 추출하는 세그멘테이션 모델, 뇌의 관심 영역 정보를 입력받아 부피를 예측하는 제1 학습모델 및 치매 관련 정보를 산출하는 제2 학습모델을 저장하는 저장장치 및 상기 입력받은 뇌 CT 영상을 상기 세그멘테이션 모델에 입력하여 관심 영역들을 추출하고, 상기 추출한 관심 영역들의 픽셀 정보를 상기 제1 학습모델에 입력하여 상기 관심 영역들 중 적어도 하나의 영역의 부피를 예측하고, 상기 적어도 하나의 영역의 부피를 상기 제2 학습 모델에 입력하여 상기 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 연산장치를 포함한다.

발명의 효과

- [7] 이하 설명하는 기술은 CT 영상에서 관심 영역을 추출하고, 관심 영역의 부피를 기준으로 치매 관련 정보를 산출한다. 이하 설명하는 기술은 CT 영상만을 이용하여 유의한 치매 관련 정보를 빠르고 저렴하게 산출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [8] 도 1은 CT 영상을 기준으로 치매 관련 정보를 산출하는 시스템에 대한 예이다.
 [9] 도 2는 뇌 CT 영상을 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 과정에 대한 예이다.
 [10] 도 3은 뇌 CT 영상에서 관심 영역을 추출하는 세그멘테이션 모델을 학습하는 과정의 예이다.
 [11] 도 4는 추출한 관심 영역을 기준으로 관심 영역의 부피를 예측하는 학습모델의 학습 과정의 예이다.
 [12] 도 5는 뇌 관심 영역 부피를 기준으로 치매 관련 정보를 산출하는 학습모델의 학습 과정의 예이다.
 [13] 도 6은 뇌 CT 영상을 이용하여 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치에 대한 예이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [14] 이하 설명하는 기술은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변형, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [15] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [16] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설명된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [17] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는

하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

- [18] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [19] 이하 설명하는 기술은 뇌 CT에서 치매 관련 정보를 산출하는 기술이다.
- [20] 이하 치매는 알츠하이머성 치매를 포함한다.
- [21] 치매 관련 정보는 치매 진단 내지 치매 예측과 관련된 정보를 의미한다. 예컨대, 치매 관련 정보는 치매 발병 여부, 치매 위험도, 치매 가능성, 치매 관련 점수, 치매 예후 예측, 뇌 위축 정도, 베타 아밀로이드($\text{amyloid-}\beta$, A β) 양성 여부, 타우(tau) 단백질 양성 여부, 뇌 연령 등과 같은 정보 중 적어도 하나일 수 있다.
- [22] 이하 뇌 CT를 분석하여 대상자에 대한 치매 관련 정보를 산출하는 장치를 분석장치라고 명명한다. 분석장치는 PC와 같은 컴퓨터 장치, 스마트 기기, 네트워크의 서버, 데이터 처리 전용 칩셋 등의 형태를 가질 수 있다.
- [23] 분석장치는 다수의 학습모델을 이용하여 뇌 영상을 기준으로 치매 관련 정보를 산출할 수 있다. 분석장치는 세그멘테이션(segmentation) 모델을 이용하여 CT에서 관심 영역(들)을 추출할 수 있다. 또한, 분석장치는 분류 모델을 이용하여 CT 또는 관심 영역(들)로부터 치매 관련 정보를 산출할 수 있다.
- [24] 도 1은 CT 영상을 기준으로 치매 관련 정보를 산출하는 시스템(100)에 대한 예이다. 도 1에서 분석장치는 컴퓨터 단말(130) 및 서버(140)인 예를 도시하였다.
- [25] CT 촬영 장치(110)는 대상자에 대한 CT 영상을 촬영한다. CT 영상은 뇌 영역에 대한 영상(뇌 CT 영상)이다. CT 촬영 장치(110)가 생성한 뇌 CT 영상은 EMR(Electronic Medical Record, 120)과 같은 별도의 데이터베이스에 저장될 수 있다.
- [26] 컴퓨터 단말(130)은 유선 또는 무선 네트워크를 통해 CT 촬영 장치(110) 또는 EMR(120)로부터 대상자의 뇌 CT 영상을 입력받을 수 있다. 경우에 따라 컴퓨터 단말(130)은 CT 촬영 장치(110)와 물리적으로 연결된 장치일 수도 있다. 컴퓨터 단말(130)은 뇌 CT 영상을 일정하게 전처리할 수 있다.
- [27] 컴퓨터 단말(130)은 뇌 CT 영상에서 관심 영역(들)을 추출한다. 컴퓨터 단말(130)은 학습된 세그멘테이션 모델을 이용하여 뇌 CT 영상에서 관심 영역(들)을 추출할 수 있다. 컴퓨터 단말(130)은 학습모델을 이용하여 관심 영역(들)에 대한 부피를 추정할 수 있다. 컴퓨터 단말(130)은 학습모델을 이용하여 관심 영역(들)에 대한 부피를 기준으로 대상자에 대한 치매 관련 정보를 산출할 수 있다. 사용자 A는 컴퓨터 단말(130)을 통해 치매 관련 정보를 확인할 수 있다.

- [28] 서버(140)는 무선 네트워크를 통해 CT 촬영 장치(110) 또는 EMR(120)로부터 대상자의 뇌 CT 영상을 입력받을 수 있다. 서버(140)는 뇌 CT 영상을 일정하게 전처리할 수 있다.
- [29] 서버(140)는 뇌 CT 영상에서 관심 영역(들)을 추출한다. 서버(140)는 학습된 세그멘테이션 모델을 이용하여 뇌 CT 영상에서 관심 영역(들)을 추출할 수 있다. 서버(140)는 학습모델을 이용하여 관심 영역(들)에 대한 부피를 추정할 수 있다. 서버(140)는 학습모델을 이용하여 관심 영역(들)에 대한 부피를 기준으로 대상자에 대한 치매 관련 정보를 산출할 수 있다. 서버(140)는 치매 관련 정보를 사용자 단말에 전송할 수 있다. 사용자 A는 사용자 단말을 통해 치매 관련 정보를 확인할 수 있다.
- [30] 도 2는 뇌 CT 영상을 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 과정(200)에 대한 예이다. 분석장치는 뇌 CT 영상을 기준으로 대상자에 대한 치매 관련 정보를 산출할 수 있다.
- [31] 분석장치는 대상자의 뇌 CT 영상을 입력받는다(210). 뇌 CT는 다수의 슬라이스들로 구성될 수 있다. 분석장치가 분석하는 대상은 다수의 슬라이스들 전체 또는 다수의 슬라이스들 중 적어도 하나의 슬라이스일 수 있다.
- [32] 분석장치는 뇌 CT 영상을 일정하게 전처리할 수 있다.
- [33] 예컨대, 분석장치는 뇌 CT 영상에서 전체 뇌 영역을 추출할 수 있다. 이 과정에서 분석장치는 사전에 학습된 세그멘테이션 모델을 이용할 수 있다. 분석장치는 CIVET 파이프라인을 이용하여 뇌 MRI 영상에서 전체 뇌 영역을 추출하여 정답을 생성하고, 세그멘테이션 모델이 정답(뇌 MRI 영상의 전체 뇌 영역)을 기준으로 뇌 CT 영상에서 전체 뇌 영역을 추출하도록 학습할 수 있다. 이후 분석장치는 학습된 세그멘테이션 모델을 이용하여 뇌 CT 영상에서 전체 뇌 영역을 추출할 수 있다.
- [34] 또한, 분석장치는 대상자의 뇌 CT 영상의 크기 내지 해상도를 일정한 크기로 정규화할 수 있다.
- [35] 분석장치는 입력받은 뇌 CT 영상에서 관심 영역을 추출한다(220). 분석장치는 사전에 학습된 세그멘테이션 모델을 이용하여 관심 영역을 추출할 수 있다. 분석장치는 세그멘테이션 모델을 이용하여 다수의 관심 영역들을 추출할 수 있다. 관심 영역들은 해당 영역의 부피를 산출하기 위한 영역에 해당한다.
- [36] 관심 영역은 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF) 영역 및 뇌실(ventricle) 영역 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 관심 영역들은 전두부 뇌척수액 영역(frontal CSF), 측두부 뇌척수액 영역(temporal CSF), 두정부 뇌척수액 영역(parietal CSF), 후두부 뇌척수액 영역(occipital CSF), 전 측뇌실 영역(anterior lateral ventricle), 후 측뇌실 영역(posterior lateral ventricle) 및 해마 주변 뇌척수액 영역(around hippocampal CSF) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [37] 분석장치는 추출한 관심 영역(들)에 대한 부피를 추정할 수 있다(230). 분석장치는 특정 관심 영역에 대한 픽셀들의 개수와 해당 영역의 부피와의 관계를 사전

에 학습한 학습모델(예컨대, 회귀분석모델)을 이용하여 특정 관심 영역의 부피를 추정할 수 있다. 이를 위하여 분석장치는 뇌 CT 영상 내지 관심 영역의 크기를 일정하게 정규화할 필요가 있다. 분석장치는 일정하게 정규화된 뇌 CT 영상을 기준으로 특정 관심 영역의 부피를 추정할 수 있다. 이때 학습모델은 다수의 관심 영역들별로 사전에 마련될 수 있다. 예컨대, 분석장치는 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역 각각에 대한 학습모델을 이용하여 개별적으로 해당 영역의 부피를 추정할 수 있다.

[38] 한편, 분석장치는 뇌 CT 영상 외에 대상자의 임상 정보(성별, 나이 등)를 추가로 더 이용하여 관심 영역의 부피를 추정할 수도 있다.

[39] 분석장치는 관심 영역(들)의 부피를 기준으로 대상자에 대한 치매 관련 정보를 산출할 수 있다(240). 분석장치는 학습모델을 이용하여 관심 영역(들)의 부피를 기준으로 치매 관련 정보를 산출할 수 있다. 또한, 분석장치는 관심 영역(들)의 부피 외에 추가적인 임상정보(나이, 성별, APOE4 유전자 형 등)를 더 이용하여 대상자의 치매 관련 정보를 산출할 수 있다.

[40] 연구자는 소속된 의료 기관(삼성서울병원)에 내원한 모집단의 데이터를 이용하여 전술한 학습모델들을 구축하였다. 모집단은 치매 환자(Alzheimer's disease dementia, ADD)들과 정상인(normal control, NC)들로 구성하였다. 모집단은 일정 기간(1년) 내에 MRI와 CT를 모두 촬영한 대상자들로 선정하였다. 모집단은 나이가 너무 어린 정상인을 배제하였고, 심혈관계 질환을 갖는 치매 환자도 배제하였다. 모집단의 데이터는 MRI, CT, 임상 정보(성별, 나이, APOE4 표현형) 및 치매 여부(라벨값)를 포함한다. 전체 모집단의 대상자들의 수는 895명이었다. 아래 표 1은 모집단에 대한 정보이다. 연구자는 895명 중 80%인 716명 데이터를 학습 데이터로 이용하고, 20%인 179명 데이터를 테스트 데이터로 이용하였다. 검증은 5 교차 검증(5-fold cross validation)으로 진행하였다.

[41] [표 1]

	Total	NC	ADD
Subjects, N (%)	895 (100.0)	457 (51.1)	438 (48.9)
Age, mean years (SD, 표준편차)	67.4 (11.4)	66.8 (12.5)	68.0 (10.2)
Female, N (%)	541 (60.4)	279 (60.9)	262 (59.8)
APOEε4 carriers, N(%)	322 (36.0)	86 (18.8)	236 (51.5)
전두부 뇌척수액 영역, 평균 부피(mm ³)	61052.5	50380.9	72187.0
측두부 뇌척수액 영역, 평균 부피 (mm ³)	36534.9	31169.5	42133.0

두정부 뇌척수액 영역, 평균 부피 (mm ³)	36045.5	29592.5	42778.3
후두부 뇌척수액 영역, 평균 부피 (mm ³)	14828.4	13150.0	16579.6
전 측뇌실 영역, 평균 부피 (mm ³)	17687.3	13955.5	21581.1
후 측뇌실 영역, 평균 부피 (mm ³)	20476.3	14904.4	26289.8
해마 주변 뇌척수액 영역, 평균 부피 (mm ³)	7577.0	5562.8	9678.6

- [42] 도 3은 뇌 CT 영상에서 관심 영역을 추출하는 세그멘테이션 모델을 학습하는 과정(300)의 예이다. 연구자는 학습 데이터로 사용하는 뇌 CT 영상들을 일정한 크기로 정규화하였다. 또한, 연구자는 학습 데이터에 대한 밝기 조절, 영상 반전(horizontal flip) 등을 통하여 학습 데이터를 증강하였다.
- [43] 이하 모델의 학습 과정은 학습장치가 수행한다고 설명한다. 연구자는 학습장치를 이용하여 세그멘테이션 모델을 구축하였다. 학습장치는 영상 데이터 처리 및 기계학습모델의 학습 과정 수행이 가능한 컴퓨터 장치를 의미한다.
- [44] 학습장치는 다수 대상자들의 의료 영상을 이용하여 세그멘테이션 모델을 학습한다. 다만, 도 3은 대상자 i의 데이터를 이용하여 세그멘테이션 모델을 학습하는 과정을 예로 설명한다.
- [45] 학습장치는 학습모델의 학습을 위한 학습데이터를 구축한다(310). 학습데이터는 모집단(치매 환자 및 정상인 포함)의 뇌 영상으로부터 구축될 수 있다. CT 영상 DB(데이터베이스)는 모집단의 뇌 CT 영상을 저장한다. MRI 영상 DB는 모집단의 뇌 MRI 영상을 저장한다. MRI 영상 DB는 뇌 영상에서의 관심 영역 정보를 포함한다. 관심 영역 정보는 자동으로 또는 전문가에 의해서 수동으로 라벨링된 관심 영역일 수 있다. 학습장치는 동일한 대상자에 대한 CT 영상과 MRI 영상(관심 영역 정보 포함)을 추출하여 학습데이터를 구축한다.
- [46] 학습장치는 학습 데이터를 이용하여 관심 영역을 추출하는 세그멘테이션 모델을 학습하는 과정을 수행한다(320). 학습장치는 학습 데이터 중 특정 환자에 대한 데이터를 기준으로 학습을 수행한다. 학습장치는 학습 데이터에 있는 다수의 환자에 대한 데이터를 이용하여 반복적으로 학습 과정을 수행할 수 있다.
- [47] 학습장치는 대상자 i의 3D MRI 영상(관심 영역 정보 포함)을 입력받는다(311). 또한 학습장치는 대상자 i의 2D 또는 3D CT 영상을 입력받는다(312). 관심 영역은 2차원 영상에서의 ROI이거나, 3차원 영상의 VOI(Volume of Interest)일 수도 있다. 학습장치는 뇌 MRI 영상과 뇌 CT 영상을 정합한다(320). 학습장치는 동일 대상자의 동일 뇌 부위에 대한 영상을 정합한다.
- [48] 학습장치는 정합한 뇌 CT와 뇌 MRI를 이용하여 세그멘테이션 모델을 구축한다. 세그멘테이션 모델은 시멘틱 세그멘테이션 모델일 수 있다. 예컨대, 세그멘

테이션 모델은 U-net과 같은 FCN(Fully convolutional network) 기반의 모델일 수 있다.

- [49] 세그멘테이션 모델은 뇌 CT 영상을 기준으로 관심 영역을 예측한다. 학습 과정에서 세그멘테이션 모델은 정답값인 뇌 MRI 영상에서의 관심 영역을 참조하여 뇌 CT 영상에서 동일한 관심 영역을 추출하도록 학습된다.
- [50] 관심 영역들은 전술한 바와 같이 다수의 영역일 수 있다. 관심 영역들은 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역들을 포함할 수 있다. 학습장치는 관심 영역별로 세그멘테이션 모델을 구축할 수 있다.
- [51] 연구자도 관심 영역별로 다수의 세그멘테이션 모델들을 구축하였다. 연구자는 U-net 기반의 세그멘테이션 모델을 구축하였다. 연구자는 학습 데이터에서 평면 슬라이스(axial slice)들 각각을 이용하여 세그멘테이션 모델(2D 영상 기반 세그멘테이션 모델)을 구축하였다. 또한, 연구자는 학습 데이터의 3D CT를 이용하여 세그멘테이션 모델(3D 영상 기반 세그멘테이션 모델)을 구축하였다. 아래 표 2는 구축한 세그멘테이션 모델의 성능을 평가한 결과이다. 연구자는 검증 데이터에 대하여 5 교차 검증을 수행하여 2D 영상 기반 세그멘테이션 모델 및 3D 영상 기반 세그멘테이션 모델의 성능을 평가하였다.

- [52] [표2]

2D 영상 기반 세그멘테이션 모델 2D (n=179)							
	전두부 뇌척수 액 영역	측두부 뇌척수 액 영역	두정부 뇌척수 액 영역	후두부 뇌척수 액 영역	전 측뇌 실 영역	후 측뇌 실 영역	해마 주변 뇌척수액 영 역
1 Fold	0.5686	0.4832	0.5711	0.4294	0.8848	0.8573	0.6511
2 Fold	0.5682	0.4786	0.5686	0.4246	0.8833	0.8563	0.6476
3 Fold	0.5815	0.4949	0.5813	0.4443	0.8816	0.8557	0.6442
4 Fold	0.5836	0.4938	0.5835	0.4434	0.8822	0.8548	0.6435
5 Fold	0.5711	0.4872	0.5714	0.4311	0.8849	0.8584	0.6613
3D 영상 기반 세그멘테이션 모델 (n=179)							
	전두부 뇌척수 액 영역	측두부 뇌척수 액 영역	두정부 뇌척수 액 영역	후두부 뇌척수 액 영역	전 측뇌 실 영역	후 측뇌 실 영역	해마 주변 뇌척수액 영 역
1 Fold	0.5827	0.4885	0.5903	0.4449	0.8851	0.8603	0.6278
2 Fold	0.5865	0.4907	0.5922	0.448	0.8837	0.859	0.6273
3 Fold	0.594	0.4967	0.6037	0.4608	0.8832	0.8593	0.6201

4 Fold	0.6026	0.5023	0.6063	0.4613	0.8823	0.8563	0.6181
5 Fold	0.5864	0.4907	0.594	0.4494	0.8862	0.8611	0.6357

- [53] 도 4는 추출한 관심 영역을 기준으로 관심 영역의 부피를 예측하는 학습모델의 학습 과정(400)의 예이다. 도 3에서 학습 모델은 전술한 관심 영역을 기준으로 관심 영역의 부피를 예측한다.
- [54] 도 4의 학습은 모집단에 속한 대상자의 뇌 CT 영상에서 전술한 관심 영역을 추출한 상태를 전제로 한다. 즉, 학습장치는 도 3의 세그멘테이션 모델을 이용하여 산출한 관심 영역을 이용할 수 있다.
- [55] 학습장치는 뇌 CT 영상에서 추출한 관심 영역들을 기준으로 입력 데이터를 추출한다(410). 입력 데이터는 세그멘테이션 모델이 추출하는 관심 영역(들)을 포함한다. 입력 데이터는 특정 관심 영역의 실제 부피(정답값)를 포함한다. 실제 부피는 MRI로부터 산출될 수 있다. 나아가, 입력 데이터는 대상자에 대한 임상 정보(성별, 나이)를 포함할 수도 있다.
- [56] 학습장치는 추출한 입력 데이터를 활용하여 학습 모델을 학습하는 과정을 수행한다(420). 학습장치는 다수의 대상자의 뇌 CT 영상에서 추출한 입력 데이터를 이용하여 학습 모델의 학습 과정을 반복한다. 학습장치는 관심 영역별로 부피를 예측하는 학습모델을 구축할 수 있다.
- [57] 학습장치는 관심 영역에 대한 전체 픽셀 개수를 산출한다. 관심 영역들은 전술한 바와 같이 각각 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역일 수 있다.
- [58] 학습장치는 관심 영역의 픽셀 개수와 해당 관심 영역의 부피(정답값)를 비교하면서 학습 모델을 구축한다. 이 과정을 통하여 학습 모델은 관심 영역의 부피를 예측하도록 학습된다. 정답은 모집단에 속한 대상자들의 뇌 MRI에서 산출한 특정 관심 영역의 부피이다.
- [59] 학습 모델은 예측하고자 하는 정보에 따라 개별적인 모델로 구축될 수 있다. 학습 모델은 기계학습모델이며 다양한 유형의 모델 중 하나로 구현될 수 있다. 연구자는 회귀모델(regression model)을 이용하였다. 연구자는 전두부 CSF의 부피를 예측하는 모델(전두부 CSF 모델), 측두부의 CSF의 부피를 예측하는 모델(측두부 CSF 모델), 두정부의 CSF의 부피를 예측하는 모델(두정부 CSF 모델), 후두부의 CSF의 부피를 예측하는 모델(후두부 CSF 모델), 전 측뇌실의 부피를 예측하는 모델(측뇌실 모델), 후 측뇌실의 부피를 예측하는 모델(후 측뇌실 모델) 및 해마 주변 뇌척수액 영역의 부피를 예측하는 모델(해마 CSF 모델)을 개별적으로 구축하였다.
- [60] 나아가, 학습모델은 해당 관심 영역의 크기 외에 임상 정보(나이 및 성별)를 더 이용하여 학습될 수 있다.
- [61] 연구자는 구축한 부피 예측 모델의 성능을 평가하였다.

[62] 연구자는 전술한 세그멘테이션 모델로 뇌 CT 영상에서 추출한 관심 영역의 예측 부피와 3D MRI에서 측정한 정답값을 비교하였다. 연구자는 구축한 2가지 세그멘테이션 모델 각각을 이용하여 관심 영역을 분할하고, 이 결과를 기준으로 부피를 예측한 결과와 정답값을 비교하였다. 부피 예측 모델은 성능 평가 결과는 아래 표 3과 같다. 성능 지표는 피어슨 상관 계수(Pearson Correlation Coefficient)이다. 연구자는 10번의 교차 검증(cross validation)을 10번 반복(permutation)하였다. 학습모델이 예측한 관심 영역의 부피는 실제 정답값과 상당한 상관도를 보였다.

[63] [표3]

관심 영역	Correlation r (2D 영상 기반 구분한 관심 영역의 부피 예측)	Correlation r (3D 영상 기반 구분한 관심 영역의 부피 예측)
전두부 뇌척수액 영역	0.838	0.868
측두부 뇌척수액 영역	0.827	0.878
두정부 뇌척수액 영역	0.868	0.905
후두부 뇌척수액 영역	0.761	0.824
전 측뇌실 영역	0.984	0.984
후 측뇌실 영역	0.981	0.981
해마 주변 뇌 척수액 영역	0.945	0.944

[64] 도 5는 뇌 관심 영역 부피를 기준으로 치매 관련 정보를 산출하는 학습모델의 학습 과정(500)의 예이다. 치매 관련 정보를 산출하는 학습 모델은 다양한 기계학습모델 유형 중 어느 하나로 구현될 수 있다. 연구자는 딥러닝 모델로 치매 관련 정보를 산출하는 모델을 구현하였다.

[65] 도 5의 학습은 모집단에 속한 대상자에 대한 뇌 관심 영역의 부피 및 임상정보를 획득한 상태를 전제로 한다. 예컨대, 학습장치는 도 4의 학습모델을 이용하여 산출한 대상자의 관심 영역별 부피를 이용할 수 있다.

[66] 학습장치는 학습데이터인 입력 데이터를 획득한다(510).

[67] 학습장치는 모집단에 속한 대상자들의 뇌 CT 영상에서 추출한 특정 관심 영역의 부피를 추출한다. 뇌 영역 부피는 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역의 부피를 포함할 수 있다. 나아가, 학습장치는 다수의 관심 영역들 중 일부 관심 영역들을 기준으로 치매 관련 정보를 산출하도록 학습 모델을 구축할 수 있다.

[68] 또한, 학습장치는 대상자들의 임상 정보를 획득한다. 임상 정보는 나이, 성별 및 APOE4 표현형을 포함할 수 있다. 학습장치는 관심 영역(들)의 부피 외에 임상 정

보 중 일부 정보를 더 이용하여 치매 관련 정보를 산출하도록 학습 모델을 구축할 수 있다.

- [69] 학습 데이터는 도 3의 학습 모델을 이용하여 산출한 특정 뇌 영역의 부피를 포함할 수 있다. 또는 학습 데이터는 실제 대상자들의 뇌 영상으로부터 산출한 대뇌 피질 두께 및 특정 뇌 영역의 부피를 포함할 수도 있다. 연구자는 실제 대상자의 3D MRI 분석 결과에서 산출한 관심 영역의 부피를 학습 데이터로 이용하였다.
- [70] 학습장치는 추출한 입력 데이터를 활용하여 학습 모델을 학습하는 과정을 수행한다(520). 학습장치는 다수의 대상자에서 추출한 입력 데이터를 이용하여 학습 모델의 학습 과정을 반복한다.
- [71] 학습장치는 추출한 입력 데이터를 학습 모델에 입력하여 학습 모델이 출력하는 값(예측하는 값)과 정답을 비교하면서 학습을 수행한다. 학습 모델은 대상자의 치매 관련 정보를 예측하도록 학습된다. 이때 정답은 해당 대상자의 치매 관련 정보이다.
- [72] 연구자는 치매 환자 또는 정상인을 분류하는 학습 모델을 구축하였다. 연구자는 모집단의 데이터 중 90%를 학습 데이터로 이용하였고, 10%의 데이터를 검증 데이터로 이용하였다. 연구자가 구축한 다수의 학습모델은 아래의 표 3과 같다. 학습 모델은 크게 관심 영역들의 부피만을 이용하는 모델(모델 A), 관심 영역들의 부피와 임상 정보(나이 및 성별)을 이용하는 모델(모델 B) 및 관심 영역들의 부피와 임상 정보(나이, 성별 및 APOE4 표현형)을 이용하는 모델(모델 C)로 구축하였다. 각 모델군은 전체 관심 영역들 중 1개, 2개, 3개, 4개, 6개 및 7개(전체)의 관심 영역들을 이용하는 모델로 구분하여 구축되었다.
- [73] 표 4는 4개의 서로 다른 ROI를 이용한 모델군과 각 군에서 서로 다른 모델 구축을 위하여 사용한 학습 데이터를 나타낸다. 아래 표 4에서 모델은 대상자의 치매 여부(치매 또는 정상)를 예측하는 모델이다. 즉, 도 4에서 학습 모델이 대상자가 치매인지 정상인지 이진 분류하는 모델에 해당한다.

- [74] [표4]

모델분류	모델명	입력 특징
모델 A	모델 A1	3 ROIs (aLV/pLV/HippCSF)
	모델 A2	4 ROIs (F/T/P/O)
	모델 A3	6 ROIs (F/T/P/O/aLV/pLV)
	모델 A4	7 ROIs (F/T/P/O/aLV/pLV/HippCSF)
	모델 A5	2 ROIs (aLV/pLV)
	모델 A6	1 ROIs (HippCSF)
모델 B	모델 B1	3 ROIs (aLV/pLV/HippCSF)+(나이, 성별)

	모델 B2	4 ROIs (F/T/P/O)+(나이, 성별)
	모델 B3	6 ROIs (F/T/P/O/aLV/pLV)+(나이, 성별)
	모델 B4	7ROIs (F/T/P/O/aLV/pLV/HippCSF)+(나이, 성별)
	모델 B5	2 ROIs (aLV/pLV)+(나이, 성별, APOE4)
	모델 B6	1 ROIs (HippCSF)+(나이, 성별, APOE4)
	모델 C	
	모델 C1	3 ROIs (aLV/pLV/HippCSF)+(나이, 성별, APOE4)
	모델 C2	4 ROIs (F/T/P/O)+(나이, 성별, APOE4)
	모델 C3	6 ROIs (F/T/P/O/aLV/pLV)+(나이, 성별, APOE4)
	모델 C4	7 ROIs (F/T/P/O/aLV/pLV/HippCSF)+(나이, 성별, APOE4)
	모델 C5	2 ROIs (aLV/pLV)+(나이, 성별, APOE4)
	모델 C6	1 ROIs (HippCSF)+(나이, 성별, APOE4)

[75] 표 4에서 관심 영역(ROI)은 약어로 표시하였다. F는 전두부 CSF, T는 측두부 CSF, P는 두정부 CSF, O는 후두부 CSF, aLV는 전 측뇌실, pLV는 후 측뇌실, HippCSF는 해마 주변 CSF를 의미한다.

[76] 연구자는 구축한 학습 모델을 검증하였다. 한편, 검증 과정에서 연구자는 도 4의 학습모델이 예측한 대뇌 피질 두께 및 뇌 영역 부피를 도 5의 학습 모델의 입력 데이터로 이용하였다. 연구자는 10-폴드 교차 검증을 수행하였다. 검증 결과는 아래 표 5와 같다. 표 5에서 3D CIVET은 CIVET에서 얻은 부피값을 이용하여 분류한 결과이다. 표 5는 2D 영상 기반 세그멘테이션 모델로 구분한 관심 영역을 이용하여 분류한 결과와 3D 영상 기반 세그멘테이션 모델로 구분한 관심 영역을 이용하여 분류한 결과를 나타낸다. 검증은 학습 모델이 예측한 결과와 정답을 비교하였다. 성능 지표는 AUC(area under the receiver operating characteristic curve) 및 AUPRC(area under the precision-recall curve)를 이용하였다.

[77] [표5]

모델종류	3D CIVET		2D영상 기반 세그멘테이션 모델 이용한 분류 성능		3D영상 기반 세그멘테이션 모델 이용한 분류 성능	
	AUC	AUPRC	AUC	AUPRC	AUC	AUPRC
모델 A1	0.791	0.772	0.783	0.767	0.784	0.769
모델 A2	0.767	0.737	0.738	0.730	0.772	0.735
모델 A3	0.779	0.744	0.746	0.737	0.779	0.738
모델 A4	0.780	0.746	0.746	0.738	0.773	0.734

모델 A5	0.805	0.772	0.801	0.776	0.800	0.776
모델 A6	0.800	0.784	0.766	0.766	0.777	0.763
모델 B1	0.924	0.903	0.894	0.893	0.900	0.892
모델 B2	0.882	0.870	0.838	0.837	0.884	0.881
모델 B3	0.910	0.897	0.872	0.866	0.902	0.899
모델 B4	0.930	0.913	0.908	0.899	0.916	0.907
모델 B5	0.863	0.870	0.854	0.865	0.862	0.874
모델 B6	0.912	0.882	0.885	0.879	0.885	0.872
모델 C1	0.945	0.903	0.920	0.897	0.934	0.899
모델 C2	0.926	0.899	0.877	0.869	0.937	0.927
모델 C3	0.935	0.915	0.893	0.886	0.937	0.929
모델 C4	0.944	0.913	0.919	0.905	0.942	0.917
모델 C5	0.903	0.910	0.905	0.914	0.904	0.915
모델 C6	0.935	0.893	0.907	0.889	0.921	0.887

- [78] 표 5를 살펴보면 전체적으로 3D CIVET을 이용한 결과와 세그멘테이션 모델을 이용한 결과가 성능의 차이가 크지 않았다. 또한, 2D 영상 기반 세그멘테이션 모델을 이용하여 추출한 관심 영역의 부피 등을 이용하여 분류한 결과도 치매 관련 정보 산출에 충분히 유의한 것을 알 수 있다. 표 5를 살펴보면 모델 A, 모델 B 및 모델 C가 모두 유의한 성능을 보였고, 전반적으로 추가적인 임상 정보를 사용하는 모델이 조금 더 높은 성능을 보였다. 나아가 표 5를 살펴보면 전 측뇌실 영역(aLV), 후 측뇌실 영역(pLV), 해마 주변 뇌척수액 영역(hipp CSF)를 사용하는 모델이 상대적으로 성능이 높았다.
- [79] 도 6은 뇌 CT 영상을 이용하여 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치(600)에 대한 예이다. 분석장치(600)는 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예컨대, 분석장치(600)는 PC와 같은 컴퓨터 장치, 스마트기기, 네트워크의 서버, 데이터 처리 전용 칩셋 등의 형태를 가질 수 있다. 한편, 분석장치(600)는 뇌 영상 장비에 연결되거나 일체형의 장치일 수도 있다.
- [80] 분석장치(600)는 저장장치(610), 메모리(620), 연산장치(630), 인터페이스 장치(640), 통신장치(650) 및 출력장치(660)를 포함할 수 있다.
- [81] 저장장치(610)는 CT 촬영 장비에서 생성된 대상자의 뇌 CT 영상을 저장할 수 있다.
- [82] 저장장치(610)는 대상자의 임상 정보를 저장할 수 있다. 임상 정보는 나이, 성별 및 APOE4 유전자형 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [83] 저장장치(610)는 뇌 CT 영상(슬라이스)에서 관심 영역을 추출하기 위한 세그멘테이션 모델을 저장할 수 있다.
- [84] 저장장치(610)는 관심 영역의 정보를 기준으로 해당 관심 영역의 부피를 예측하는 학습모델을 저장할 수 있다. 특정 뇌 관심 영역의 부피를 예측하는 학습모델을 제1 학습모델이라고 명명한다. 관심 영역은 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역 중 적어도 하나를 포함한다. 전술한 바와 같이 제1 학습모델은 관심 영역별로 마련될 수 있다.
- [85] 또한, 저장장치(610)는 관심 영역의 부피를 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 학습모델을 저장할 수 있다. 치매 관련 정보를 산출하는 학습모델을 제2 학습모델이라고 명명한다. 제2 학습모델은 전술한 바와 같이 입력 데이터의 종류에 따라 다양한 모델로 구현될 수 있다. 제2 학습 모델은 (i) 관심 영역의 부피만을 입력 데이터로 이용하는 모델(모델 A), (ii) 관심 영역의 부피 및 임상 정보(나이, 성별)를 입력 데이터로 이용하는 모델(모델 B) 또는 (iii) 관심 영역의 부피 및 임상 정보(나이, 성별 및 APOE4)를 입력 데이터로 이용하는 모델(모델 C)와 같이 다양한 유형 중 적어도 하나일 수 있다. 또한, 학습 모델이 이용하는 관심 영역은 표 3에서 설명한 바와 같이 7개의 관심 영역들 전체 또는 관심 영역들 중 일부일 수도 있다.
- [86] 제2 학습 모델이 추론하는 치매 관련 정보는 치매 발병 여부, 치매 위험도, 치매 가능성, 치매 관련 점수, 치매 예후 예측, 뇌 위축 정도, 베타 아밀로이드(β , A β) 양성 여부, 타우(tau) 단백질 양성 여부, 뇌 연령 등과 같은 정보 중 적어도 하나일 수 있다. 치매 관련 정보는 제2 학습 모델이 이용하는 학습 데이터(정답 값)의 유형에 따라 달라질 수 있다.
- [87] 메모리(620)는 분석장치(600)가 뇌 CT 영상에서 치매 관련 정보를 산출하는 과정에서 생성되는 데이터 및 정보 등을 저장할 수 있다.
- [88] 인터페이스 장치(640)는 외부로부터 일정한 명령 및 데이터를 입력받는 장치이다. 인터페이스 장치(640)는 물리적으로 연결된 입력 장치 또는 외부 저장장치로부터 대상자의 뇌 CT 영상을 입력받을 수 있다. 인터페이스 장치(640)는 뇌 CT 영상을 기준으로 예측한 치매 관련 정보를 외부 객체에 전달할 수도 있다.
- [89] 통신장치(650)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 일정한 정보를 수신하고 전송하는 구성을 의미한다. 통신장치(650)는 외부 객체로부터 대상자의 뇌 CT 영상을 수신할 수 있다. 통신장치(650)는 뇌 CT 영상을 기준으로 예측한 치매 관련 정보를 사용자 단말과 같은 외부 객체에 송신할 수도 있다.
- [90] 인터페이스 장치(640)는 통신장치(650)에서 수신하는 데이터를 내부로 전달받는 장치일 수 있다.
- [91] 출력장치(660)는 일정한 정보를 출력하는 장치이다. 출력장치(660)는 데이터 처리 과정에 필요한 인터페이스, 뇌 영상, 뇌 영상에서 구분한 관심 영역, 관심 영역 기준 산출한 치매 관련 정보 등을 출력할 수 있다.

- [92] 연산 장치(630)는 대상자의 뇌 CT 영상을 일정하게 전처리할 수 있다. 예컨대, 연산 장치(630)는 뇌 CT 영상을 일정한 크기 내지 해상도로 정규화할 수 있다.
- [93] 연산 장치(630)는 대상자의 뇌 CT 영상을 학습된 세그멘테이션 모델에 입력하여 관심 영역을 추출할 수 있다. 연산 장치(630)는 대상자의 뇌 CT 영상을 슬라이스 단위로 학습된 세그멘테이션 모델에 입력하여 관심 영역을 추출할 수 있다.
- [94] 관심 영역은 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역 중 적어도 하나일 수 있다.
- [95] 연산 장치(630)는 관심 영역(들)에 대한 크기 정보를 추출할 수 있다. 연산 장치(630)는 관심 영역 각각에 대한 픽셀 합산 개수를 산출할 수 있다. 연산 장치(630)는 관심 영역별로 관심 영역의 픽셀 개수를 기준으로 해당 관심 영역의 부피를 추정할 수 있다. 연산 장치(630)는 전술한 제1 학습 모델을 이용하여 해당 관심 영역의 픽셀 개수를 기준으로 해당 관심 영역의 부피를 산출할 수 있다. 연산 장치(630)는 관심 영역별로 구축된 제1 학습모델을 이용하여 다수의 관심 영역 각각에 대한 부피를 추정할 수 있다.
- [96] 연산 장치(630)는 제1 학습모델에 예측한 관심 영역(들)의 부피를 제2 학습모델에 입력하여 대상자의 치매 관련 정보를 산출할 수 있다. 예컨대, 연산 장치(630)는 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역 중 적어도 하나의 영역에 대한 부피를 제2 학습 모델에 입력하여 대상자의 치매 관련 정보를 산출할 수 있다. 또한 연산 장치(630)는 관심 영역의 부피 외에 임상 정보(나이, 성별, APOE4 유전자형 중 적어도 하나)를 더 제2 학습모델에 입력하여 대상자의 치매 관련 정보를 산출할 수 있다. 이 과정은 도 5에서 설명한 바와 같다.
- [97] 연산 장치(630)는 데이터를 처리하고, 일정한 연산을 처리하는 프로세서, AP, 프로그램이 임베디드된 칩과 같은 장치일 수 있다.
- [98] 또한, 상술한 바와 같은 뇌 CT 영상 분석 방법 내지 치매 관련 정보 산출 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [99] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM (read-only memory), PROM (programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.

- [100] 일시적 판독 가능 매체는 스테틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(Synclink DRAM, SLDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.
- [101] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

청구범위

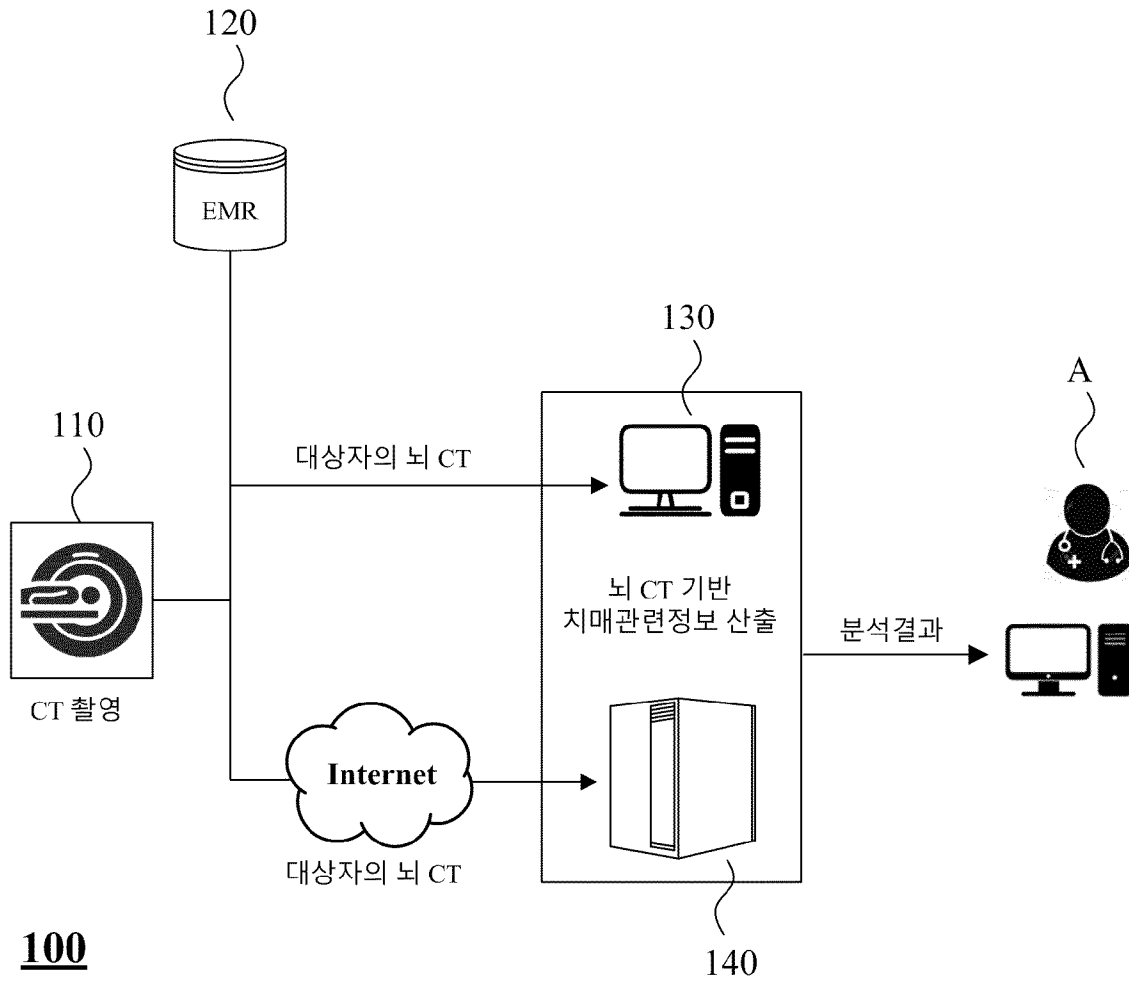
- [청구항 1] 분석장치가 대상자의 뇌 CT(Computed Tomography) 영상을 입력받는 단계;
 상기 분석장치가 상기 뇌 CT 영상을 학습된 세그멘테이션 모델에 입력하여 관심 영역들을 추출하는 단계;
 상기 분석장치가 상기 관심 영역들의 픽셀 정보를 사전에 학습된 제1 학습모델에 입력하여 상기 관심 영역들 중 적어도 하나의 영역의 부피를 예측하는 단계; 및
 상기 분석장치가 상기 적어도 하나의 영역의 부피를 사전에 학습된 제2 학습 모델에 입력하여 상기 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 단계를 포함하되,
 상기 관심 영역들은 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역 중 복수의 영역들을 포함하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제1 학습모델은 상기 관심 영역들별로 사전에 마련된 복수의 학습모델들을 포함하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 제2 학습모델은 상기 대상자의 나이, 상기 대상자의 성별 및 상기 대상자의 APOE4 유전자형 중 적어도 하나의 정보를 더 입력받아 상기 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 치매 관련 정보는 치매 발병 여부, 치매 위험도, 치매 가능성, 치매 관련 점수, 치매 예후 예측, 뇌 위축 정도, 베타 아밀로이드($\text{amyloid-}\beta$, A β) 양성 여부, 타우(tau) 단백질 양성 여부 및 뇌 연령 중 하나인 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 세그멘테이션 모델은 상기 관심 영역들별로 사전에 마련된 복수의 모델들을 포함하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용한 치매 관련 정보 산출 방법.
- [청구항 6] 대상자의 뇌 CT(Computed Tomography) 영상을 입력받는 인터페이스 장치;

뇌 CT 영상에서 관심 영역을 추출하는 세그멘테이션 모델, 뇌의 관심 영역 정보를 입력받아 부피를 예측하는 제1 학습모델 및 치매 관련 정보를 산출하는 제2 학습모델을 저장하는 저장장치; 및

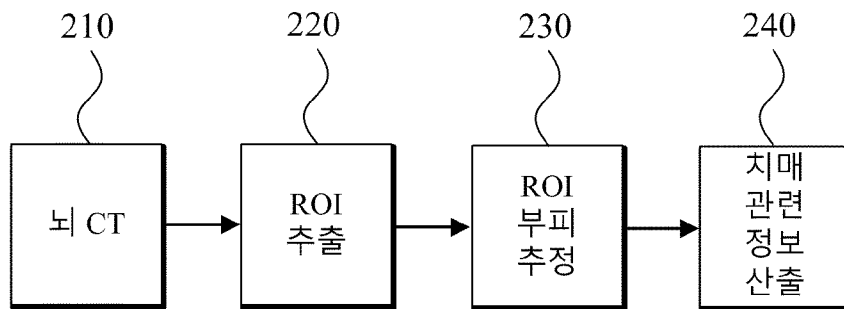
상기 입력받은 뇌 CT 영상을 상기 세그멘테이션 모델에 입력하여 관심 영역들을 추출하고, 상기 추출한 관심 영역들의 픽셀 정보를 상기 제1 학습모델에 입력하여 상기 관심 영역들 중 적어도 하나의 영역의 부피를 예측하고, 상기 적어도 하나의 영역의 부피를 상기 제2 학습 모델에 입력하여 상기 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 연산장치를 포함하되, 상기 관심 영역들은 전두부 뇌척수액 영역, 측두부 뇌척수액 영역, 두정부 뇌척수액 영역, 후두부 뇌척수액 영역, 전 측뇌실 영역, 후 측뇌실 영역 및 해마 주변 뇌척수액 영역 중 복수의 영역들을 포함하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치.

- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 세그멘테이션 모델은 상기 관심 영역들별로 사전에 마련된 복수의 모델들을 포함하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
상기 제1 학습모델은 상기 관심 영역들별로 사전에 마련된 복수의 학습모델들을 포함하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치.
- [청구항 9] 제6항에 있어서,
상기 제2 학습모델은 상기 대상자의 나이, 상기 대상자의 성별 및 상기 대상자의 APOE4 유전자형 중 적어도 하나의 정보를 더 입력받아 상기 대상자의 치매 관련 정보를 산출하는 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치.
- [청구항 10] 제6항에 있어서,
상기 치매 관련 정보는 치매 발병 여부, 치매 위험도, 치매 가능성, 치매 관련 점수, 치매 예후 예측, 뇌 위축 정도, 베타 아밀로이드($\text{amyloid-}\beta$, A β) 양성 여부, 타우(tau) 단백질 양성 여부 및 뇌 연령 중 하나인 뇌 CT에서 예측한 부피를 이용하여 치매 관련 정보를 산출하는 분석장치.

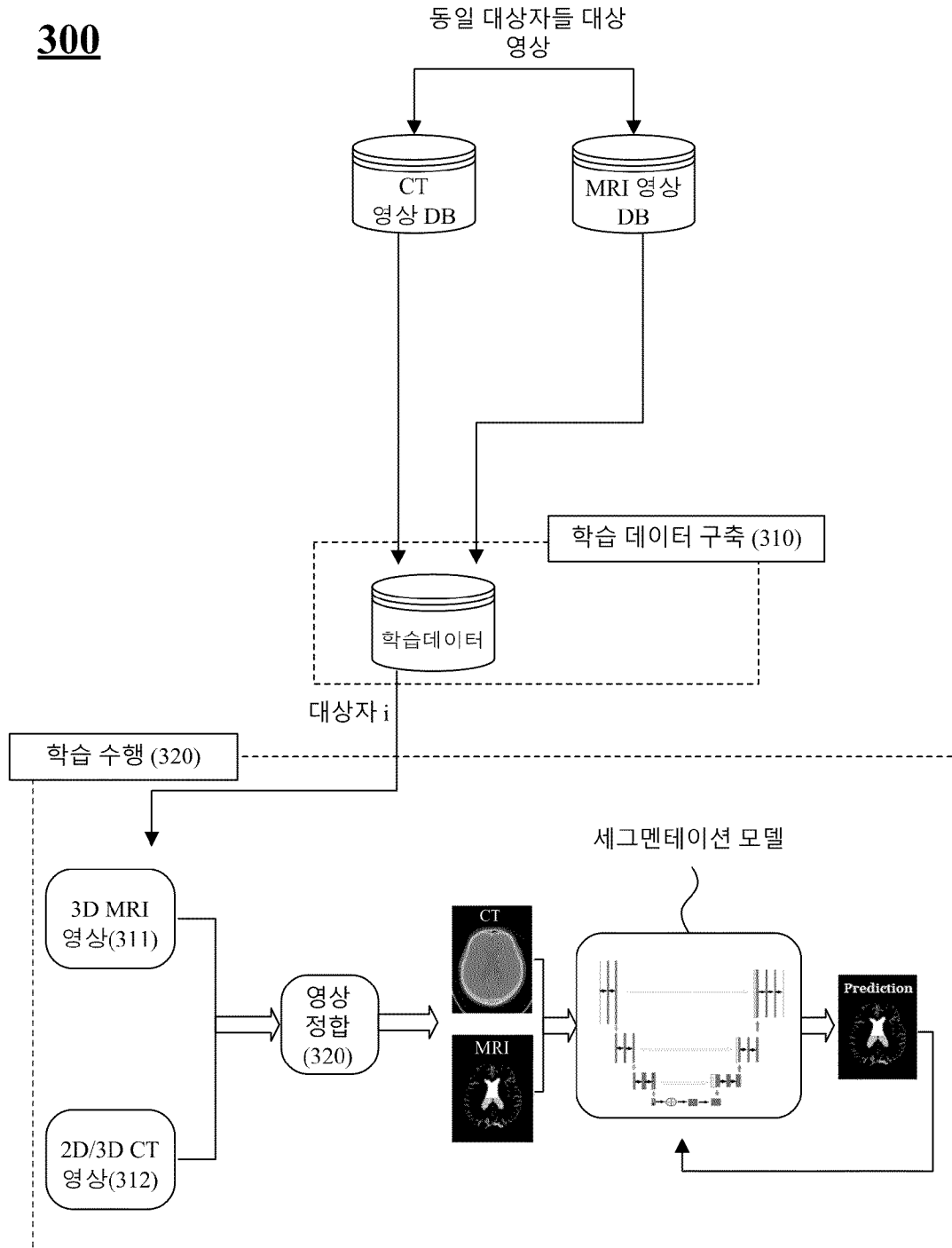
[도1]

**100**

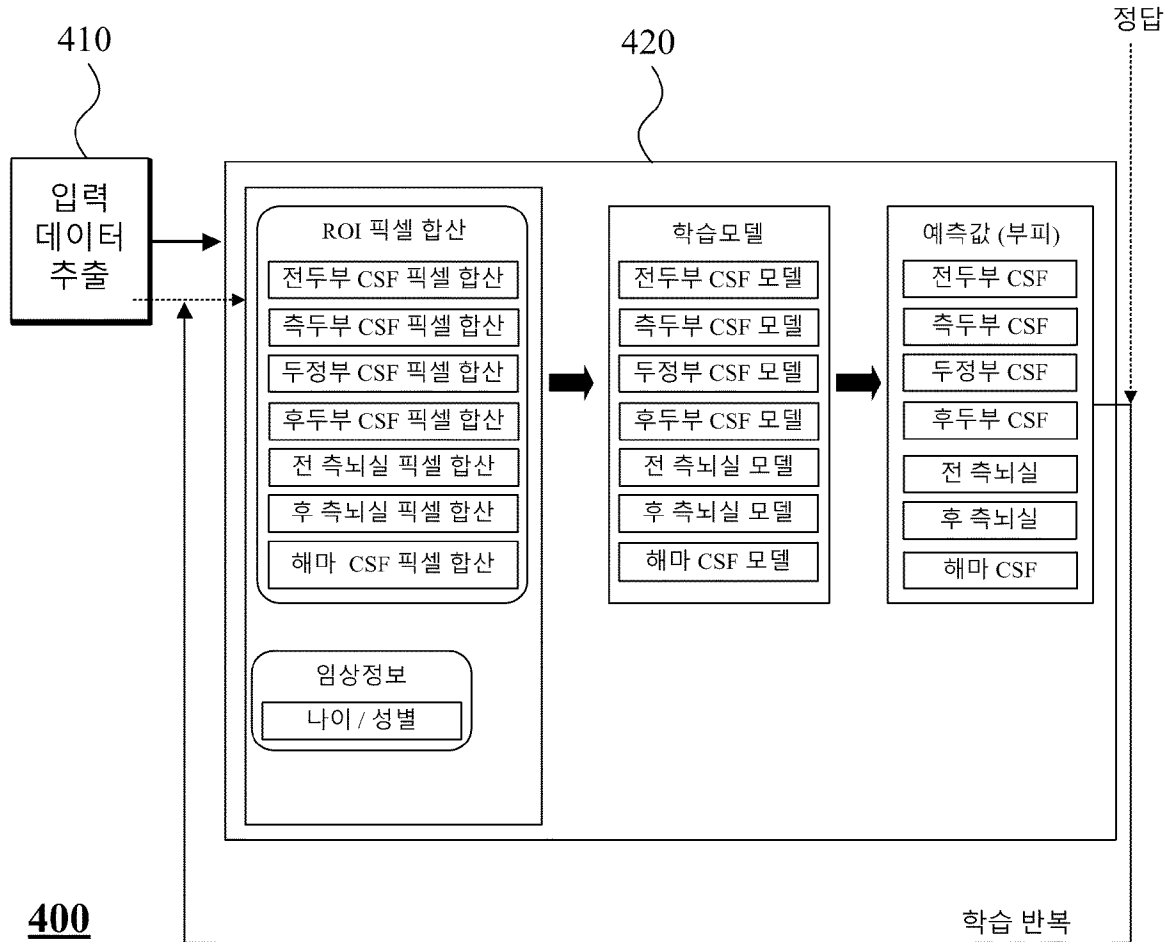
[도2]

**200**

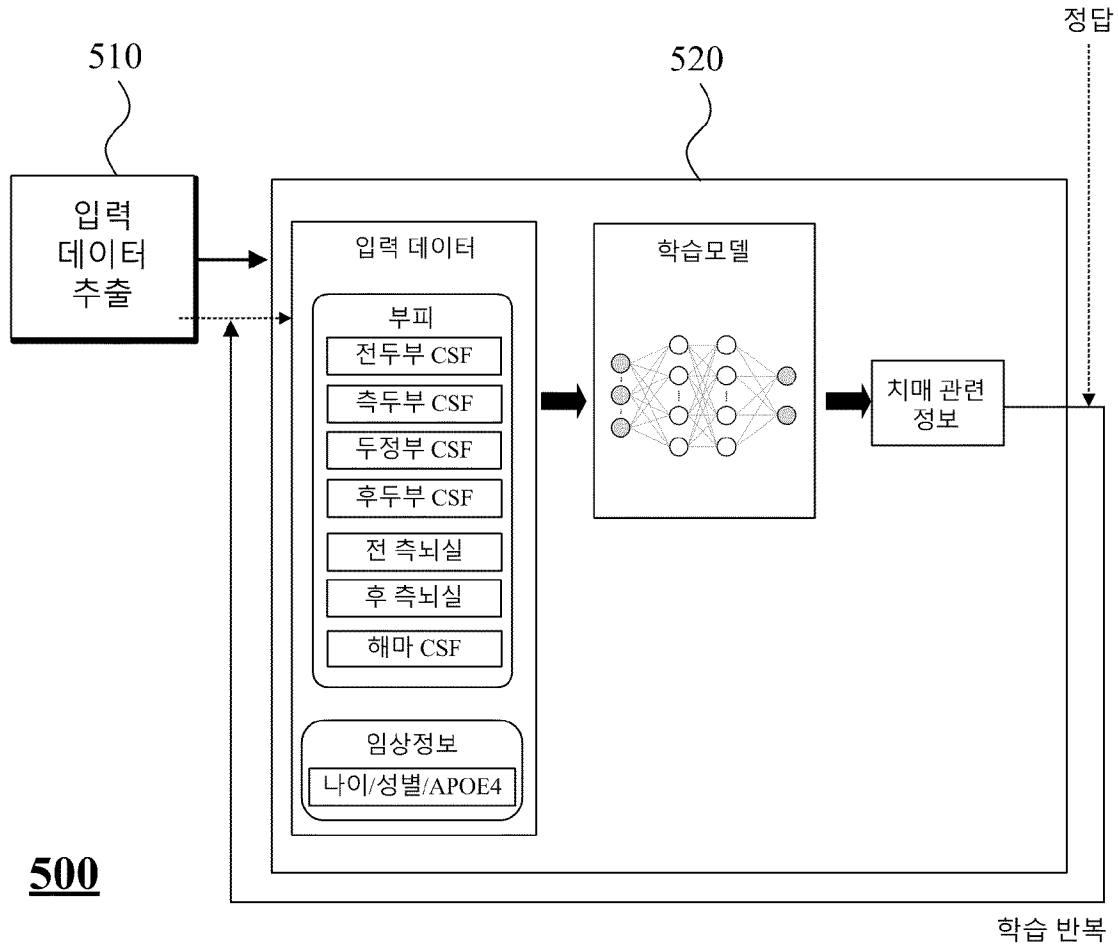
[도3]

300

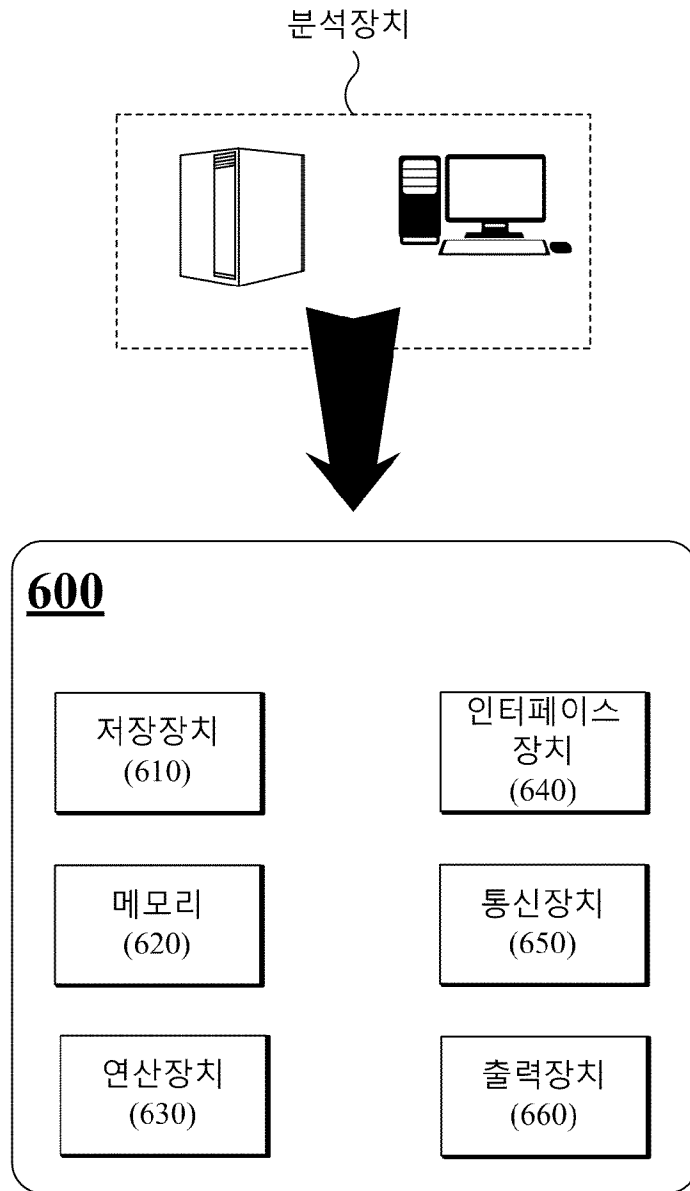
[도4]



[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/003074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 6/00(2006.01)i; A61B 6/03(2006.01)i; G06T 7/62(2017.01)i; G06T 7/11(2017.01)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 6/00(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/055(2006.01); G06K 9/62(2006.01); G16H 50/20(2018.01);
G16H 50/30(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: 씨티 (computed tomography), 치매 (dementia), 뇌 (brain), 부피 (volume), 영역 (region)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1957811 B1 (VUNO INC. et al.) 13 March 2019 (2019-03-13) See paragraphs [0018], [0042], [0043] and [0060]-[0064].	1,3,4,6,9,10
Y		2,5,7,8
Y	KR 10-2019-0030151 A (LEE, Jae Joon) 21 March 2019 (2019-03-21) See abstract; paragraph [0052]; and figure 1.	2,5,7,8
A	KR 10-2020-0062589 A (THE ASAN FOUNDATION et al.) 04 June 2020 (2020-06-04) See claims 1-5.	1-10
A	KR 10-2021-0029318 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION et al.) 16 March 2021 (2021-03-16) See entire document.	1-10



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

27 June 2024

Date of mailing of the international search report

28 June 2024

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/003074

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2023-0056825 A (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 28 April 2023 (2023-04-28) See entire document.	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2024/003074

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
KR	10-1957811	B1	13 March 2019	None			
KR	10-2019-0030151	A	21 March 2019	EP	3696727	A1	19 August 2020
				JP	2020-536301	A	10 December 2020
				JP	6993027	B2	13 January 2022
				KR	10-1977174	B1	10 May 2019
				KR	10-2045223	B1	19 November 2019
				US	11017255	B2	25 May 2021
				US	11551433	B2	10 January 2023
				US	2021-0034905	A1	04 February 2021
				US	2021-0279495	A1	09 September 2021
				WO	2019-054638	A1	21 March 2019
KR	10-2020-0062589	A	04 June 2020	KR	10-2250954	B1	12 May 2021
KR	10-2021-0029318	A	16 March 2021	EP	4026498	A2	13 July 2022
				EP	4026498	B1	01 May 2024
				JP	2022-547909	A	16 November 2022
				JP	7317306	B2	31 July 2023
				US	2022-0335611	A1	20 October 2022
				WO	2021-045507	A2	11 March 2021
				WO	2021-045507	A3	29 April 2021
KR	10-2023-0056825	A	28 April 2023	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 6/00(2006.01)i; A61B 6/03(2006.01)i; G06T 7/62(2017.01)i; G06T 7/11(2017.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 6/00(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/055(2006.01); G06K 9/62(2006.01); G16H 50/20(2018.01); G16H 50/30(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: 씨티 (computed tomography), 치매 (dementia), 뇌 (brain), 부피 (volume), 영역 (region)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1957811 B1 (주식회사 뷰노 등) 2019.03.13 단락 [18], [42], [43], [60]-[64]	1,3,4,6,9,10
Y		2,5,7,8
Y	KR 10-2019-0030151 A (이재준) 2019.03.21 요약; 단락 [52]; 도면 1	2,5,7,8
A	KR 10-2020-0062589 A (재단법인 아산사회복지재단 등) 2020.06.04 청구항 1-5	1-10
A	KR 10-2021-0029318 A (고려대학교 산학협력단 등) 2021.03.16 전체 문헌	1-10
A	KR 10-2023-0056825 A (경북대학교 산학협력단) 2023.04.28 전체 문헌	1-10

☐ 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

2024년06월27일(27.06.2024)

국제조사보고서 발송일

2024년06월28일(28.06.2024)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이강하

전화번호 +82-42-481-5003

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1957811 B1	2019/03/13	없음	
KR 10-2019-0030151 A	2019/03/21	EP 3696727 A1	2020/08/19
		JP 2020-536301 A	2020/12/10
		JP 6993027 B2	2022/01/13
		KR 10-1977174 B1	2019/05/10
		KR 10-2045223 B1	2019/11/19
		US 11017255 B2	2021/05/25
		US 11551433 B2	2023/01/10
		US 2021-0034905 A1	2021/02/04
		US 2021-0279495 A1	2021/09/09
		WO 2019-054638 A1	2019/03/21
KR 10-2020-0062589 A	2020/06/04	KR 10-2250954 B1	2021/05/12
KR 10-2021-0029318 A	2021/03/16	EP 4026498 A2	2022/07/13
		EP 4026498 B1	2024/05/01
		JP 2022-547909 A	2022/11/16
		JP 7317306 B2	2023/07/31
		US 2022-0335611 A1	2022/10/20
		WO 2021-045507 A2	2021/03/11
		WO 2021-045507 A3	2021/04/29
KR 10-2023-0056825 A	2023/04/28	없음	