

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2020년 5월 22일 (22.05.2020)



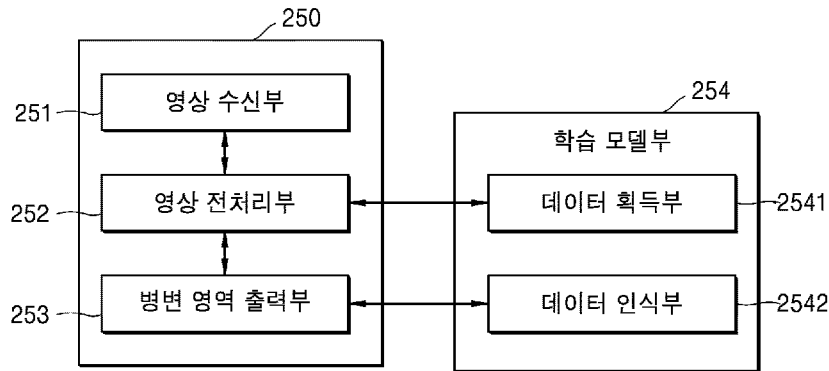
(10) 국제공개번호

WO 2020/101428 A1

- (51) 국제특허분류: **RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION** [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).
G06T 7/149 (2017.01) G06T 11/00 (2006.01)
G06T 7/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/015653
- (22) 국제출원일: 2019년 11월 15일 (15.11.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0141129 2018년 11월 15일 (15.11.2018)KR
- (71) 출원인: 사회복지법인 삼성생명공익재단 (SAMSUNG LIFE PUBLIC WELFARE FOUNDATION) [KR/KR]; 04348 서울시 용산구 이태원로55길 48, Seoul (KR). 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY
- (72) 발명자: 서우근 (SEO, Woo-Keun); 06597 서울시 서초구 고무래로 35, 103동 603호, Seoul (KR). 김윤철 (KIM, Yoon Chul); 08734 서울시 관악구 관악로30길 27, 116동 1101호, Seoul (KR). 이지은 (LEE, Ji-Eun); 06339 서울시 강남구 개포로128길 14-3, 302호, Seoul (KR). 송하나 (SONG, Ha-Na); 01216 서울시 강북구 도봉로10다길 17-5, 501호, Seoul (KR). 성준경 (SEONG, Jun Kyung); 03001 서울시 종로구 비봉4길 44, 3동 302호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 리엔목 특허법인 (Y.P.LEE, MOCK & PARTNERS); 06292 서울시 강남구 언주로 30길 13, 대림아파트 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,

(54) Title: LESION AREA DETECTION DEVICE, LESION AREA DETECTION METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 발명의 명칭: 병변 영역 검출 장치, 병변 영역 검출 방법 및 컴퓨터 프로그램



251 ... Image receiving unit
 252 ... Image pre-processing unit
 253 ... Lesion area output unit
 254 ... Learning model unit
 2541 ... Data acquisition unit
 2542 ... Data recognition unit

(57) Abstract: The present specification discloses a lesion area detection method comprising: a step in which a lesion area detection device receives a diffusion weighted image (DWI) and an apparent diffusion coefficient (ADC) image of a subject; a step in which the lesion area detection device normalizes the DWI; in which the lesion area detection device normalizes the ADC image; a step in which the lesion area detection device extracts lesion areas from the normalized DWI and the normalized ADC image by using a lesion area detection model; and a step in which the lesion area detection device outputs one or more lesion areas.

(57) 요약서: 본 명세서는 병변 영역 검출 장치가 대상체의 가중 확산 이미지(DWI) 및 확산 계수 이미지(ADC)를 수신하는 단계; 상기 병변 영역 검출 장치가 상기 가중 확산 이미지를 표준화하는 단계; 상기 병변 영역 검출 장치가 상기 확산 계수 이미지를 표준화하는 단계; 상기 병변 영역 검출 장치가 병변 영역 검출 모델을 이용하여 표준화한 상기 가중 확산 이미지 및 상기 확산 계수 이미지로부터 병변 영역들을 추출하는 단계; 및 상기 병변 영역 검출 장치가 추출한 하나 이상의 병변 영역을 출력하는 단계;를 포함하는 병변 영역 검출 방법을 개시한다.



WO 2020/101428 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, 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, 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))

명세서

발명의 명칭: 병변 영역 검출 장치, 병변 영역 검출 방법 및 컴퓨터 프로그램

기술분야

- [1] 본 개시는 병변 영역 검출 장치, 병변 영역 검출 방법 및 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 자기 공명 영상(MRI: magnetic resonance imaging) 촬영 장치는 자기장을 이용해 대상체를 촬영하는 장치로, 뼈는 물론, 디스크, 관절, 신경 인대, 심장, 뇌혈관 등을 원하는 각도에서 입체적으로 보여주기 때문에 정확한 질병 진단을 위해서 널리 이용되고 있다. 자기 공명 영상은 여러 파라미터를 조절함으로써 다양한 대조비를 얻을 수 있는 장점이 있고 이를 이용하여 임상 진단에서는 같은 부위에 대해 여러 대조비의 영상들을 얻어 진단을 한다. 국내 특허 공개 공보 2009-0075644는 자기 공명 영상의 대조비를 생성하도록 환자의 지방 및 수분의 스핀 상들을 변경하여 환자의 정상-상태 영상을 얻는 자기 공명 영상 장치를 개시하고 있다.

[3]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명의 일 실시예는 대상체의 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 이용하여 병변 영역을 검출하는 병변 영역 검출 장치, 방법 및 컴퓨터 프로그램을 제공하는데 있다.

[5]

과제 해결 수단

- [6] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 병변 영역 검출 방법은 병변 영역 검출 장치가 대상체의 가중 확산 이미지(DWI) 및 확산 계수 이미지(ADC)를 수신하는 단계; 상기 병변 영역 검출 장치가 상기 가중 확산 이미지를 표준화하는 단계; 상기 병변 영역 검출 장치가 상기 확산 계수 이미지를 표준화하는 단계; 상기 병변 영역 검출 장치가 병변 영역 검출 모델을 이용하여 표준화한 상기 가중 확산 이미지 및 상기 확산 계수 이미지로부터 병변 영역들을 추출하는 단계; 및 상기 병변 영역 검출 장치가 추출한 하나 이상의 병변 영역을 출력하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [7] 상기 병변 영역 검출 모델은 가중 확산 이미지들 및 확산 계수 이미지들과 대응되어 기록된 병변 마스크들을 반복적으로 입력 받고, 상기 가중 확산 이미지들 및 상기 확산 계수 이미지들로부터 추출된 입력 데이터들 중에서, 병변 마스크들을 검출하는데 기준이 되는 데이터들을 선택하고, 선택한 데이터들을

- 기초로 학습되는 점을 특징으로 할 수 있다.
- [8] 상기 병변 영역 검출 모델은 기 등록된 병변 마스크와 비교하여 기 설정된 평가 기준을 만족하지 않는 것으로 판단된 경우, 다른 병변 영역 검출 모델로 변경되는 점을 특징으로 할 수 있다.
- [9] 상기 병변 영역 검출 모델은 확산 계수 이미지들을 기 설정된 임계 값 및 각 픽셀들의 확산 계수의 표준 편차를 이용하여 표준화하는 과정을 통해 변환된 확산 계수 이미지들 및 가중 확산 이미지들을 입력 받아 학습되는 점을 특징으로 할 수 있다.
- [10] 본 발명의 일 실시예에 따른 병변 영역 검출 장치가 대상체의 가중 확산 이미지(DWI) 및 확산 계수 이미지(ADC)를 수신하는 데이터 수신부; 상기 가중 확산 이미지 및 상기 확산 계수 이미지를 표준화하는 전처리부; 병변 영역 검출 모델을 이용하여 표준화한 상기 가중 확산 이미지 및 상기 확산 계수 이미지로부터 병변 영역들을 추출하는 병변 영역 검출부; 및 추출한 하나 이상의 병변 영역을 출력하는 입출력부;를 포함할 수 있다.
- [11] 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 병변 영역 검출 방법 중 어느 하나의 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장될 수 있다.
- [12] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 다른 방법, 다른 시스템 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공된다.
- [13] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

[14]

발명의 효과

- [15] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 이용하여 학습된 병변 영역 검출 모델을 통해 대상체의 병변 영역을 자동적으로 검출할 수 있다.

[16]

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 병변 영역 검출 시스템의 구성도이다.
- [18] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 병변 영역 검출 장치의 블록도이고, 도 3은 병변 영역 검출 장치의 저장부의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [19] 도 4는 학습 모델부의 블록도이다.
- [20] 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 병변 영역 검출 방법의 흐름도들이다.
- [21] 도 7은 병변 영역 검출 장치에서의 학습 과정 및 테스트 과정을 설명하는 도면이다.

- [22] 도 8은 확산 가중 이미지들 및 확산 계수 이미지들을 기초로 예측된 병변 마스크들의 예시 도면이다.
- [23] 도 9는 명세서에서 언급한 방법을 바탕으로, 자동으로 병변의 분포와 병변의 부피를 측정하는 진단 장치에 대한 사용자 인터페이스의 예시 도면이다.
- [24] 도 10은 실제 병변 영역과 여러 가지 방법들을 통해 획득된 병변 영역 사이의 일치하는 비율에 해당하는 값(ICC)을 나타내는 테이블이다.

[25]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [26] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명에 따른 예시적 실시예를 상세하게 설명한다. 또한, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 전자 장치를 구성하고 사용하는 방법을 상세히 설명한다. 각 도면에서 제시된 동일한 참조번호 또는 부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부품 또는 구성요소를 나타낸다.
- [27] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 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 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.
- [28] 본 명세서에서 사용한 용어는 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 제한 및/또는 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원서에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [29] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 전기적으로 연결되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [30] 본 명세서에서, 영상은 이산적인 이미지 요소들(예를 들어, 2차원 이미지에 있어서의 픽셀들 및 3차원 이미지에 있어서의 복셀들)로 구성된 다차원

데이터를 의미할 수 있다. 예를 들어, 영상은 X-ray 장치, CT 장치, MRI 장치, 초음파 진단 장치, 및 다른 의료 영상 장치에 의해 획득된 대상체의 의료 이미지 등을 포함할 수 있다.

- [31] 본 명세서에서, 대상체는 사람 또는 동물, 또는 사람 또는 동물의 일부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 대상체는 간, 심장, 자궁, 뇌, 유방, 복부 등의 장치 또는 혈관을 포함할 수 있다. 또한, 대상체는 팬텀을 포함할 수 있다. 팬텀은 생물의 밀도와 실효 원자 번호에 아주 근사한 부피를 갖는 물질을 의미하는 것으로, 신체와 유사한 성질을 갖는 구형의 팬텀을 포함할 수 있다.
- [32] 본 명세서에서, 사용자는 의료 전문가로서, 의사, 간호사, 임상 병리사, 의료 영상 전문가 등이 될 수 있으며, 의료 장치를 수리하는 기술자가 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [33] 본 명세서에서, 확산 가중 이미지는 대상체의 생체 조직에서 분자 특히 물 분자의 확산 운동을 매핑(mapping)하는 영상이다. 조직 내에서 물 분자의 확산은 자유롭지 못하다. 확산 가중 이미지는 물 분자가 섬유 조직 또는 세포막(membranes)에 충돌하는 것을 반영한다. 따라서 물 분자의 확산 패턴은 조직의 정상 또는 비정상 상태를 나타내어 준다. 특히 확산 가중 이미지는 뇌의 백질의 섬유 구조 또는 회백질(gray matter)의 정상 및 비정상 상태를 잘 나타낼 수 있다.
- [34] 확산 계수 이미지는 확산 계수로서 온도의 함수를 통해 처리된 값을 기준으로, 처리된 이미지를 말한다. 확산 계수는 신체 내에서는 세포벽이 존재하고 온도가 불균일하기 때문에 확산 가중 이미지를 이용하여 산출될 수 있다. 경색 영역은 세포의 팽창으로 인해 세포 바깥의 물의 확산이 감소된다. 확산이 감소된 영역은 확산 가중 이미지로 촬영하면 신호 저하(decrease)가 작은 영역이 되며 확산 가중 이미지에는 밝게 나온다. 반면, 확산이 감소된 영역은 확산 계수에서는 정상보다 어둡게 나온다. 뇌척수액(cerebrospinal fluid; CSF)과 같은 물은 자유 확산(free diffusion) 영역으로서 확산 계수 이미지는 밝게 나오고 확산 가중 이미지는 어둡게 나온다.
- [35] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 병변 영역 검출 시스템의 구성도이다.
- [36] 병변 영역 검출 시스템(10)은 영상 촬영 장치(100), 병변 영역 검출 장치(200)를 포함할 수 있다.
- [37] 병변 영역 검출 시스템(10)에서는 영상 촬영 장치 (100)를 통해 획득된 대상체(1)의 영상을 병변 영역 검출 장치(200)로 전달하고, 병변 영역 검출 장치(200)에서는 혈관에서 병변 영역 검출 모델을 이용하여 획득된 데이터를 기초로 대상체(1)의 병변 영역을 검출한다.
- [38] 영상 촬영 장치(100)는 대상체(1)를 측정된 영상 또는 이미지를 출력하는 장치로서, X-ray 장치, CT 장치, MRI 장치, 초음파 진단 장치, 및 다른 의료 영상 장치일 수 있다. 영상 촬영 장치(100)는 대상체(1)의 전부 또는 일부의 혈관 이미지를 획득할 수 있다. 영상 촬영 장치(100)는 대상체를 촬영하여 TOF 영상,

확산 가중 이미지(DWI, diffusion weighted imaging) 또는 확산 계수 이미지(ADC, apparent diffusion coefficient imaging)을 출력할 수 있다.

- [39] 병변 영역 검출 장치(200)는 대상체의 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지로부터 병변 영역 검출에 필요한 입력 데이터를 추출하고, 입력 데이터를 이용하여 학습한 병변 영역 검출 모델을 이용하여 대상체의 하나 이상의 병변 영역을 추론할 수 있다. 병변 영역 검출 장치(200)는 입력된 영상을 기초로 대상체의 혈관에 분포한 병변 영역을 검출할 수 있다. 병변 영역 검출 장치(200)는 하나 이상의 프로세서, 저장 매체를 포함하는 컴퓨팅 장치일 수 있다.
- [40] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 병변 영역 검출 장치(200)의 블록도이고, 도 3은 병변 영역 검출 장치의 저장부(250)의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [41] 병변 영역 검출 장치(200)는 제어부(210), 통신부(220), 입출력부(240), 저장부(250)를 포함할 수 있다.
- [42] 제어부(210)는 하나 이상의 프로세서들로 구현되어, 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 저장부(250), 통신부(220)에 의해 제어부(210)에 제공될 수 있다. 예를 들어 제어부(210)는 저장부(250)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 수신되는 명령을 실행하도록 구성될 수 있다.
- [43] 통신부(220)는 네트워크를 통해 외부의 장치와 통신하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 일례로, 병변 영역 검출 장치(200)의 제어부(210)가 저장부(250)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 생성한 요청이 통신부(220)의 제어에 따라 네트워크를 통해 외부의 영상 촬영 장치(100), 데이터베이스 또는 다른 사용자 단말로 전달할 수 있다. 예를 들어 통신부(220)를 통해 수신된 제어 신호나 명령 등은 제어부(210)나 저장부(250)로 전달될 수 있고, 수신된 영상 이미지 등은 저장부(250)로 저장될 수 있다.
- [44] 저장부(250)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 또한, 저장부(250)에는 운영체제와 적어도 하나의 프로그램 코드가 저장될 수 있다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 드라이브 메커니즘(drive mechanism)을 이용하여 저장부(250)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체가 아닌 통신부(220)를 통해 저장부(250)에 로딩될 수도 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 프로그램은 개발자들 또는 어플리케이션의 설치 파일을 배포하는 파일 배포 시스템이 네트워크를 통해 제공하는 파일들에 의해 설치되는 프로그램(일례로

상술한 어플리케이션)에 기반하여 저장부(250)에 로딩될 수 있다.

- [45] 입출력부(240)는 병변 영역 검출 입력, 병변 영역 입력 등을 수신하고, 혈관 영상, 병변 영역 등을 보여주는 화면을 표시할 수 있다. 예를 들어, 입출력부(240)는 사용자 입력을 수신하는 조작 패널(operation panel) 및 화면을 표시하는 디스플레이 패널(display panel) 등을 포함할 수 있다.
- [46] 구체적으로, 입력부는 키보드, 물리 버튼, 터치 스크린, 카메라 또는 마이크 등과 같이 다양한 형태의 사용자 입력을 수신할 수 있는 장치들을 포함할 수 있다. 또한, 출력부는 디스플레이 패널 또는 스피커 등을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고 입출력부(240)는 다양한 입출력을 지원하는 구성을 포함할 수 있다.
- [47] 병변 영역 검출 장치(200)는 대상체의 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지를 기초로 병변 영역을 검출하기 위해서, 영상 수신부(251), 영상 전처리부(252), 병변 영역 검출부(253), 학습 모델부(254)를 포함할 수 있다.
- [48] 영상 수신부(251)는 대상체의 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지를 수신할 수 있다.
- [49] 영상 전처리부(252)는 병변 영역 검출 모델에 입력하기 위해서, 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지를 표준화(standardization)한다. 표준화 과정은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$[50] \quad DWI_n(x,y) = \frac{DWI(x,y) - m_{DWI,tissue}}{sd_{DWI,tissue}}$$

- [51] $m_{DWI,tissue}$, $sd_{DWI,tissue}$ 는 각각 뇌조직에서 정상부위의 DWI신호의 평균 및 표준편차이다. $DWI(x,y)$ 는 (x,y) 위치에서 픽셀의 DWI 신호 값이고, $DWI_n(x,y)$ 는 (x,y) 위치에서 픽셀의 표준화된 DWI 신호 값이 된다. 표준화를 하게 되면, 다른 MRI 기계에서 얻은 DWI신호들을 하나의 신호 범위로 통일할 수 있고, 또한 neural network 모델을 학습하는데 있어서도 신호 범위가 적절하다고 볼 수 있다. 확산 계수 이미지 (ADC) 표준화 과정은 DWI 표준화 과정과 다르게 진행된다. ADC 표준화 과정은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$[52] \quad ADC_n(x,y) = \frac{ADC(x,y) - T_{ADC}}{sd_{ADC,tissue}}$$

- [53] T_{ADC} 는 미리 정의된 확산 계수 임계 값(threshold)으로 주어진다. $sd_{ADC,tissue}$ 는 뇌조직에서 정상부위의 확산 계수 값의 표준편차이다. 급성 뇌졸중 영상 진단에서 문턱값으로 주로 사용되는 $600 (10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s})$ 이 될 수 있다. $ADC(x,y)$ 는 (x,y) 위치에서 픽셀의 확산 계수 값이고 $ADC_n(x,y)$ 는 (x,y) 위치에서 픽셀의 표준화된 확산 계수 값이 된다.

- [54] 영상 전처리부(252)는 확산 계수 이미지의 각 픽셀의 확산 계수 값들의 표준 편차 및 확산 계수의 임계 값을 이용하여 확산 계수 이미지를 표준화한다. 영상

- 전처리부(252)는 확산 계수 이미지와 유사한 방법으로 확산 가중 이미지를 표준화할 수 있다.
- [55] 병변 영역 검출부(252)는 표준화된 확산 계수 이미지 및 확산 가중 이미지를 이용하여 학습된 병변 영역 검출 모델을 이용하여 촬영된 대상체의 병변 영역을 검출한다. 병변 영역은 대상체의 뇌의 일부일 수 있다.
- [56] 본 발명의 실시예에 따른 병변 영역 검출 장치(200)는 학습 모델부(253)를 통해 학습된 병변 영역 검출 모델을 이용하여, 대상체의 병변 영역을 검출할 수 있다.
- [57] 구체적으로, 학습 모델부(254)는 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542)를 포함할 수 있다. 각 구성요소들의 동작은 아래와 같다.
- [58] 데이터 학습부(2541)는 병변 영역 검출을 위한 기준을 학습할 수 있다. 데이터 학습부(2541)는 소정의 병변 영역을 판단하기 위하여 어떤 데이터를 이용할 지, 데이터를 이용하여 병변 영역을 어떻게 판단할 지에 관한 기준을 학습할 수 있다. 데이터 학습부(2541)는 학습에 이용될 데이터로 확산 계수 이미지 및 가중 확산 이미지를 이용하도록 학습될 수 있다. 또한, 데이터 학습부(2541)는 표준화된 확산 계수 이미지 및 가중 확산 이미지를 이용하여 병변 영역을 검출하도록 학습할 수 있다. 데이터 학습부(2541)는 병변 영역을 표현하는 마스크 이미지를 출력할 수 있다.
- [59] 데이터 인식부(2542)는 입력된 데이터에 기초한 대상체의 병변 영역을 검출할 수 있다. 데이터 인식부(2542)는 학습된 병변 영역 검출 모델을 이용하여, 소정의 데이터로부터 대상체의 병변 영역을 검출할 수 있다. 데이터 인식부(2542)는 학습에 의한 기 설정된 기준에 따라 소정의 데이터를 획득하고, 획득된 데이터를 입력 값으로 하여 병변 영역 검출 모델을 이용함으로써, 소정의 데이터에 기초한 대상체의 병변 영역을 검출할 수 있다. 또한, 획득된 데이터를 입력 값으로 하여 병변 영역 검출 모델에 의해 출력된 결과 값은, 병변 영역 검출 모델을 갱신하는데 이용될 수 있다.
- [60] 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542) 중 적어도 하나는 인공 지능(AI; artificial intelligence)을 위한 전용 하드웨어 칩 형태로 제작될 수도 있고, 또는 기존의 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor) 또는 그래픽 전용 프로세서(예: GPU)의 일부로 제작되어 전술한 각종 전자 장치에 탑재될 수도 있다.
- [61] 이 경우, 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542)는 하나의 전자 장치에 탑재될 수도 있으며, 또는 별개의 전자 장치들에 각각 탑재될 수도 있다. 예를 들어, 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542) 중 하나는 전자 장치에 포함되고, 나머지 하나는 서버에 포함될 수 있다. 또한, 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542)는 유선 또는 무선으로 통하여, 데이터 학습부(2541)가 구축한 모델 정보를 데이터 인식부(2542)로 제공할 수도 있고, 데이터

- 인식부(2542)로 입력된 데이터가 추가 학습 데이터로서 데이터 학습부(2541)로 제공될 수도 있다.
- [62] 한편, 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542) 중 적어도 하나는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 데이터 학습부(2541) 및 데이터 인식부(2542) 중 적어도 하나가 소프트웨어 모듈(또는, 인스터리션(instruction) 포함하는 프로그램 모듈)로 구현되는 경우, 소프트웨어 모듈은 컴퓨터로 읽을 수 있는 판독 가능한 비일시적 판독 가능 기록매체(non-transitory computer readable media)에 저장될 수 있다. 또한, 이 경우, 적어도 하나의 소프트웨어 모듈은 OS(Operating System)에 의해 제공되거나, 소정의 애플리케이션에 의해 제공될 수 있다. 또는, 적어도 하나의 소프트웨어 모듈 중 일부는 OS(Operating System)에 의해 제공되고, 나머지 일부는 소정의 애플리케이션에 의해 제공될 수 있다.
- [63] 도 4에 도시된 바와 같이, 데이터 학습부(2541)는 데이터 획득부(2541-1), 전처리부(2541-2), 학습 데이터 선택부(2541-3), 모델 학습부(2541-4), 모델 평가부(2541-5)를 포함할 수 있다.
- [64] 데이터 획득부(2541-1)는 병변 영역 검출에 필요한 데이터를 획득할 수 있다. 데이터 획득부(2541-1)는 병변 영역 검출을 위한 학습을 위하여 필요한 데이터를 획득할 수 있다. 데이터 획득부(2541-1)는 병변 영역 검출 장치(200) 또는 영상 촬영 장치(100)로부터 혈관과 관련된 영상, 이미지, 텍스트를 획득할 수 있다. 구체적으로, 데이터 획득부(2541-1)는 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지를 획득할 수 있다.
- [65] 전처리부(2541-2)는 병변 영역 검출을 위한 학습에 획득된 데이터가 이용될 수 있도록, 획득된 데이터를 전처리할 수 있다. 전처리부(2541-2)는 후술할 모델 학습부(2541-4)가 병변 영역 검출을 위한 학습을 위하여 획득된 데이터를 이용할 수 있도록, 획득된 데이터를 기 설정된 포맷으로 가공할 수 있다. 전처리부(2541-2)는 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지를 리사이징(resize) 할 수 있다. 전처리부(2541-2)는 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지의 해상도를 소정의 비율로 높이거나 낮추면서 리사이징(resize)한다. 전처리부(2541-2)는 확산 계수 이미지 및 가중 확산 이미지를 표준화할 수 있다. 구체적으로, 전처리부(2541-2)는 확산 계수 이미지의 각 픽셀의 확산 계수 값들의 표준 편차 및 기 설정된 임계 값을 이용하여 확산 계수 이미지를 표준화할 수 있다.
- [66] 학습 데이터 선택부(2541-3)는 전처리된 데이터 중에서 학습에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 선택된 데이터는 모델 학습부(2541-4)에 제공될 수 있다. 학습 데이터 선택부(2541-3)는 병변 영역 검출을 위한 기 설정된 기준에 따라, 전처리된 데이터 중에서 학습에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 또한, 학습 데이터 선택부(313)는 후술할 모델 학습부(314)에 의한 학습에 의해 설정된 기준에 따라 데이터를 선택할 수도 있다.
- [67] 모델 학습부(2541-4)는 병변 영역 검출에 이용되는 병변 영역 검출 모델을 학습 데이터를 이용하여 학습시킬 수 있다. 이 경우, 병변 영역 검출 모델은 인공

신경망 알고리즘을 이용하여 학습하는 모델일 수 있다. 예를 들어, 병변 영역 검출 모델은 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지의 해상도를 낮춘 저 해상도의 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 이용하여 특징을 추출할 수 있다.

- [68] 모델 학습부(2541-4)는 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지로부터 추출한 저차원의 특징 정보를 이용하여 병변에 해당하는 영역들을 고차원으로 복원하고, 병변에 해당하는 영역들을 병변 마스크 이미지 즉 세그멘테이션 맵(segmentation map)으로 출력하도록 학습한다.
- [69] 병변 영역 검출 모델은, 인식 모델의 적용 분야, 학습의 목적 또는 장치의 컴퓨터 성능 등을 고려하여 구축될 수 있다. 병변 영역 검출 모델은, 예를 들어, 신경망(Neural Network)을 기반으로 하는 모델일 수 있다. 예컨대, DNN(Deep Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network)과 같은 모델이 병변 영역 검출 모델로서 사용될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [70] 또한, 모델 학습부(2541-4)는, 예를 들어, 학습 데이터를 입력 값으로 하는 지도 학습(supervised learning)을 통하여, 병변 영역 검출 모델을 학습시킬 수 있다. 또한, 모델 학습부(2541-4)는, 예를 들어, 별다른 지도 없이 병변 영역 검출을 위해 필요한 데이터의 종류를 스스로 학습함으로써, 병변 영역 검출을 위한 기준을 발견하는 비지도 학습(unsupervised learning)을 통하여, 병변 영역 검출 모델을 학습시킬 수 있다. 또한, 모델 학습부(314)는, 예를 들어, 학습에 따른 병변 영역 검출의 결과가 올바른 지에 대한 피드백을 이용하는 강화 학습(reinforcement learning)을 통하여, 병변 영역 검출 모델을 학습시킬 수 있다.
- [71] 또한, 병변 영역 검출 모델이 학습되면, 모델 학습부(2541-4)는 학습된 병변 영역 검출 모델을 저장할 수 있다. 이 경우, 모델 학습부(2541-4)는 학습된 병변 영역 검출 모델을 데이터 인식부(2542)를 포함하는 전자 장치의 메모리에 저장할 수 있다. 또는, 모델 학습부(2541-4)는 학습된 병변 영역 검출 모델을 후술할 데이터 인식부(2542)를 포함하는 전자 장치의 메모리에 저장할 수 있다. 또는, 모델 학습부(2541-4)는 학습된 병변 영역 검출 모델을 전자 장치와 유선 또는 무선 네트워크로 연결되는 서버의 메모리에 저장할 수도 있다.
- [72] 이 경우, 학습된 병변 영역 검출 모델이 저장되는 메모리는, 예를 들면, 전자 장치의 적어도 하나의 다른 구성요소에 관계된 명령 또는 데이터를 함께 저장할 수도 있다. 또한, 메모리는 소프트웨어 및/또는 프로그램을 저장할 수도 있다. 프로그램은, 예를 들면, 커널, 미들웨어, 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API) 및/또는 어플리케이션 프로그램(또는 "어플리케이션") 등을 포함할 수 있다.
- [73] 모델 평가부(2541-5)는 병변 영역 검출 모델에 평가 데이터를 입력하고, 평가 데이터로부터 출력되는 인식 결과가 소정 기준을 만족하지 못하는 경우, 모델 학습부(2541-4)로 하여금 다시 학습하도록 할 수 있다. 이 경우, 평가 데이터는

병변 영역 검출 모델을 평가하기 위한 기 설정된 데이터일 수 있다.

[74] 예를 들어, 모델 평가부(2541-5)는 평가 데이터에 대한 학습된 병변 영역 검출 모델의 인식 결과 중에서, 병변 영역 검출 결과가 정확하지 않은 평가 데이터의 개수 또는 비율이 미리 설정된 임계치를 초과하는 경우 소정 기준을 만족하지 못한 것으로 평가할 수 있다.

[75] 한편, 학습된 병변 영역 검출 모델이 복수 개가 존재하는 경우, 모델 평가부(2541-5)는 각각의 학습된 병변 영역 검출 모델에 대하여 소정 기준을 만족하는지를 평가하고, 소정 기준을 만족하는 모델을 최종 병변 영역 검출 모델로서 결정할 수 있다. 이 경우, 소정 기준을 만족하는 모델이 복수 개인 경우, 모델 평가부(2541-5)는 평가 점수가 높은 순으로 미리 설정된 어느 하나 또는 소정 개수의 모델을 최종 병변 영역 검출 모델로서 결정할 수 있다.

[76] 한편, 데이터 학습부(2541) 내의 데이터 획득부(2541-1), 전처리부(2541-2), 학습 데이터 선택부(2541-3), 모델 학습부(2541-4) 및 모델 평가부(2541-5) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(2541-1), 전처리부(2541-2), 학습 데이터 선택부(2541-3), 모델 학습부(2541-4) 및 모델 평가부(2541-5) 중 적어도 하나는 인공 지능(AI; artificial intelligence)을 위한 전용 하드웨어 칩 형태로 제작될 수도 있고, 또는 기존의 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor) 또는 그래픽 전용 프로세서(예: GPU)의 일부로 제작되어 전술한 각종 전자 장치에 탑재될 수도 있다.

[77] 또한, 데이터 획득부(2541-1), 전처리부(2541-2), 학습 데이터 선택부(2541-3), 모델 학습부(2541-4) 및 모델 평가부(2541-5)는 하나의 전자 장치에 탑재될 수도 있으며, 또는 별개의 전자 장치들에 각각 탑재될 수도 있다. 또한, 데이터 획득부(2541-1), 전처리부(2541-2), 학습 데이터 선택부(2541-3), 모델 학습부(2541-4) 및 모델 평가부(2541-5) 중 적어도 하나는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 데이터 획득부(2541-1), 전처리부(2541-2), 학습 데이터 선택부(2541-3), 모델 학습부(2541-4) 및 모델 평가부(2541-5) 중 적어도 하나가 소프트웨어 모듈(또는, 인스터리션(instruction) 포함하는 프로그램 모듈)로 구현되는 경우, 소프트웨어 모듈은 컴퓨터로 읽을 수 있는 판독 가능한 비일시적 판독 가능 기록매체(non-transitory computer readable media)에 저장될 수 있다.

[78] 다음으로, 데이터 인식부(2542)의 구조를 설명하겠다.

[79] 본 발명의 실시예에 따른 데이터 인식부(2542)는 데이터 획득부(2542-1), 전처리부(2542-2), 인식 데이터 선택부(2542-3), 인식 결과 제공부(2542-4) 및 모델 갱신부(2542-5)를 포함할 수 있다.

[80] 데이터 획득부(2542-1)는 병변 영역 검출에 필요한 데이터를 획득할 수 있으며, 전처리부(2542-2)는 병변 영역 검출을 위해 획득된 데이터가 이용될 수 있도록, 획득된 데이터를 전처리할 수 있다. 전처리부(2542-2)는 후술할 인식 결과 제공부(2542-4)가 병변 영역 검출을 위하여 획득된 데이터를 이용할 수 있도록,

- 획득된 데이터를 기 설정된 포맷으로 가공할 수 있다.
- [81] 전처리부(2541-2)는 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지를 리사이징(resize)할 수 있다. 전처리부(2541-2)는 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지의 해상도를 소정의 비율로 높이거나 낮추면서 리사이징(resize)한다. 전처리부(2541-2)는 확산 계수 이미지 및 가중 확산 이미지를 표준화할 수 있다. 구체적으로, 전처리부(2541-2)는 확산 계수 이미지의 각 픽셀의 확산 계수 값들의 표준 편차 및 기 설정된 임계 값을 이용하여 확산 계수 이미지를 표준화할 수 있다.
- [82] 인식 데이터 선택부(2542-3)는 전처리된 데이터 중에서 병변 영역 검출에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 선택된 데이터는 인식 결과 제공부(2542-4)에게 제공될 수 있다. 인식 데이터 선택부(2542-3)는 병변 영역 검출을 위한 기 설정된 기준에 따라, 전처리된 데이터 중에서 일부 또는 전부를 선택할 수 있다. 또한, 인식 데이터 선택부(2542-3)는 모델 학습부(2541-4)에 의한 학습에 의해 기 설정된 기준에 따라 데이터를 선택할 수도 있다.
- [83] 인식 결과 제공부(2542-4)는 선택된 데이터를 병변 영역 검출 모델에 적용하여 병변 영역 검출을 판단할 수 있다. 인식 결과 제공부(2542-4)는 데이터의 인식 목적에 따른 인식 결과를 제공할 수 있다. 인식 결과 제공부(2542-4)는 인식 데이터 선택부(2542-3)에 의해 선택된 데이터를 입력 값으로 이용함으로써, 선택된 데이터를 병변 영역 검출 모델에 적용할 수 있다. 또한, 인식 결과는 병변 영역 검출 모델에 의해 결정되는데, 대상체의 병변에 해당하는 영역만을 표현하는 세그멘테이션 맵(segmentation map)을 포함할 수 있다.
- [84] 모델 갱신부(2542-5)는 인식 결과 제공부(2542-4)에 의해 제공되는 인식 결과에 대한 평가에 기초하여, 병변 영역 검출 모델이 갱신되도록 할 수 있다. 예를 들어, 모델 갱신부(2542-5)는 인식 결과 제공부(2542-4)에 의해 제공되는 인식 결과를 모델 학습부(2542-4)에게 제공함으로써, 모델 학습부(2542-4)가 병변 영역 검출 모델을 갱신하도록 할 수 있다.
- [85] 한편, 데이터 인식부(2542) 내의 데이터 획득부(2542-1), 전처리부(2542-2), 인식 데이터 선택부(2542-3), 인식 결과 제공부(2542-4) 및 모델 갱신부(2542-5) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(2542-1), 전처리부(2542-2), 인식 데이터 선택부(2542-3), 인식 결과 제공부(2542-4) 및 모델 갱신부(2542-5) 중 적어도 하나는 인공지능(AI; artificial intelligence)을 위한 전용 하드웨어 칩 형태로 제작될 수도 있고, 또는 기존의 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor) 또는 그래픽 전용 프로세서(예: GPU)의 일부로 제작되어 전술한 각종 전자 장치에 탑재될 수도 있다.

[86]

발명의 실시를 위한 형태

- [87] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예들에 따른 병변 영역 검출 방법의 흐름도이다.
- [88] 도 4에 도시된 바와 같이, 병변 영역 검출 방법은 영상 촬영 장치(100)로부터 촬영된 영상을 수신한다.
- [89] S120에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 대상체의 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 수신한다.
- [90] S130에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 각각 표준화한다.
- [91] S140에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 병변 영역 검출 모델을 이용하여 표준화된 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지로부터 병변 영역들을 추출한다.
- [92] S150에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 추출한 병변 영역들을 출력한다. 병변 영역 검출 장치(200)는 병변에 해당하는 영역을 1로 표현하는 병변 마스크 이미지 즉 세그멘테이션 맵(map)을 출력할 수 있다.
- [93] 도 5에 도시된 바와 같이, 병변 영역 검출 장치(200)는 병변 영역 검출 모델을 학습시킬 수 있다.
- [94] S210에서 병변 영역 검출 장치(200)는 대상체의 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 수신한다.
- [95] S220에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 전처리 한다. 병변 영역 검출 장치(200)는 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지를 리사이징(resize) 할 수 있다. 병변 영역 검출 장치(200)는 확산 가중 이미지 및 확산 계수 이미지의 해상도를 소정의 비율로 높이거나 낮추면서 리사이징(resize)한다. 병변 영역 검출 장치(200)는 확산 계수 이미지 및 가중 확산 이미지를 표준화할 수 있다. 구체적으로, 병변 영역 검출 장치(200)는 확산 계수 이미지의 각 픽셀의 확산 계수 값들의 표준 편차 및 기 설정된 임계 값을 이용하여 확산 계수 이미지를 표준화할 수 있다.
- [96] S230에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 전처리한 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지를 이용하여 병변 영역 검출 모델을 학습시킨다.
- [97] S240에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 학습된 병변 영역 검출 모델을 통해 출력된 병변의 위치 및 병변의 정도 등을 고려하여 병변 영역을 특정한 병변 마스크 이미지를 출력한다.
- [98] S250에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 기 설정된 병변 마스크와 출력된 병변 마스크 이미지를 비교하여 병변 영역 검출 모델을 평가한다.
- [99] S260에서는 병변 영역 검출 장치(200)는 소정의 평가 기준을 만족하는 병변 영역 검출 모델을 저장부에 저장한다.
- [100] 이를 통해, 본 발명의 실시예들에 따른 병변 영역 검출 장치(200)는 학습 모델 장치(300)를 통해 병변 영역 검출 모델을 제공 받아 병변 영역 검출 모델을 이용하여 대상체의 혈관 나이를 추론할 수 있다.
- [101] 도 7에 도시된 바와 같이, 학습 모델부(254)는 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지와 전문가에 의해 설정된 병변 마스크를 통해 학습할 수 있다. 학습

모델부(254)는 학습된 결과 획득된 파라미터를 기초로 병변 영역 검출 모델을 형성한다.

[102] 학습 모델부(254)는 가중 확산 이미지(DWI) 및 확산 계수 이미지(ADC)에 대한 전문가들에 의해 선택된 병변 마스크를 통해 학습된 모델(Supervised Learning of U-net Model)을 생성할 수 있다.

[103] 이렇게 학습된 병변 영역 검출 모델에 실제 환자의 가중 확산 이미지(DWI) 및 확산 계수 이미지(ADC)를 입력하여 병변 마스크를 출력한다. 이때, 학습된 병변 영역 검출 모델은 U-net, ED-CNN, SegNet 등과 같은 기계 학습의 다양한 알고리즘을 통해 학습될 수 있다.

[104] 학습 모델부(254)를 포함하는 컴퓨팅 장치의 프로세서 성능, 그래픽 처리 능력, 명령어 처리 능력 등에 따라 학습되는 배치(batch) 크기가 결정될 수 있다.

[105] 도 8은 가중 확산 이미지 및 확산 계수 이미지가 입력으로 주어졌을 때, 실제 기계학습 모델이 예측한 병변의 맵과 뇌졸중 전문의가 지정한 병변의 맵을 각각의 경우에 대해 보여주는 예시이다. 두 병변의 맵이 각각의 경우에 정성적으로 서로 일치함을 확인할 수 있다.

[106] 도 9는 명세서에서 언급한 방법을 바탕으로, 자동으로 병변의 분포와 병변의 부피를 측정하는 진단 장치에 대한 사용자 인터페이스의 예시 도면이다.

[107]

[108] 도 10은 실제 병변 영역과 여러 가지 방법들을 통해 획득된 병변 영역 사이의 일치하는 비율에 해당하는 값(ICC)을 나타내는 테이블이다.

[109] 도 10의 테이블에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 병변 영역 검출 모델과 진단의에 의한 수동 세분화 방법을 비교한 결과, 병변 영역 검출 모델(RAPID - U-net (DWI+ADC))에 따른 ICC 값이 0.99인 것으로 나타났다. 해당 테이블에 따르면, 가중 확산 이미지(DWI)만을 고려하여 추출된 병변 영역은 실제 병변 영역과의 상관 값이 0.86에 불과한 것으로 나타났다. 즉, 실험 결과, DWI 및 ADC를 모두 고려하여 병변 영역을 검출하는 본 발명의 병변 영역 검출 모델이 우수한 성능을 나타내는 것으로 드러났다. 병변 영역 검출 모델은 학습 모델부(254)에 의해 레이어 수, 컨볼루션 필터, 에포크(epoch) 수, 배치(batch) 크기 와 같은 파라미터의 최적화를 거쳐 생성될 수 있다.

[110]

[111] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서

수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

- [112] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [113] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [114] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로

수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[115] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

[116]

[117]

청구범위

- [청구항 1] 병변 영역 검출 장치가 대상체의 가중 확산 이미지(DWI) 및 확산 계수 이미지(ADC)를 수신하는 단계;
 상기 병변 영역 검출 장치가 상기 가중 확산 이미지를 표준화하는 단계;
 상기 병변 영역 검출 장치가 상기 확산 계수 이미지를 표준화하는 단계;
 상기 병변 영역 검출 장치가 병변 영역 검출 모델을 이용하여 표준화한 상기 가중 확산 이미지 및 상기 확산 계수 이미지로부터 병변 영역들을 추출하는 단계; 및
 상기 병변 영역 검출 장치가 추출한 하나 이상의 병변 영역을 출력하는 단계;를 포함하는 병변 영역 검출 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 병변 영역 검출 모델은
 가중 확산 이미지들 및 확산 계수 이미지들과 대응되어 기 등록된 병변 마스크들을 반복적으로 입력 받고, 상기 가중 확산 이미지들 및 상기 확산 계수 이미지들로부터 추출된 입력 데이터들 중에서, 병변 마스크들을 검출하는데 기준이 되는 데이터들을 선택하고, 선택한 데이터들을 기초로 학습되는 점을 특징으로 하는, 병변 영역 검출 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 병변 영역 검출 모델은
 기 등록된 병변 마스크와 비교하여 기 설정된 평가 기준을 만족하지 않는 것으로 판단된 경우, 다른 병변 영역 검출 모델로 변경되는 점을 특징으로 하는, 병변 영역 검출 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 병변 영역 검출 모델은
 확산 계수 이미지들을 기 설정된 임계 값 및 각 픽셀들의 확산 계수의 표준 편차를 이용하여 표준화하는 과정을 통해 변환된 확산 계수 이미지들 및 가중 확산 이미지들을 입력 받아 학습되는 점을 특징으로 하는, 병변 영역 검출 방법.
- [청구항 5] 대상체의 가중 확산 이미지(DWI) 및 확산 계수 이미지(ADC)를 수신하는 데이터 수신부;
 상기 가중 확산 이미지 및 상기 확산 계수 이미지를 표준화하는 전처리부;
 병변 영역 검출 모델을 이용하여 표준화한 상기 가중 확산 이미지 및 상기 확산 계수 이미지로부터 병변 영역들을 추출하는 병변 영역 검출부; 및
 추출한 하나 이상의 병변 영역을 출력하는 입출력부;를 포함하는 병변 영역 검출 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 병변 영역 검출 모델은

가중 확산 이미지들 및 확산 계수 이미지들과 대응되어 기 등록된 병변 마스크들을 반복적으로 입력 받고, 상기 가중 확산 이미지들 및 상기 확산 계수 이미지들로부터 추출된 입력 데이터들 중에서, 병변 마스크들을 검출하는데 기준이 되는 데이터들을 선택하고, 선택한 데이터들을 기초로 학습되는 점을 특징으로 하는, 병변 영역 검출 장치.

[청구항 7]

제5항에 있어서,

상기 병변 영역 검출 모델은

기 등록된 병변 마스크와 비교하여 기 설정된 평가 기준을 만족하지 않는 것으로 판단된 경우, 다른 병변 영역 검출 모델로 변경되는 점을 특징으로 하는, 병변 영역 검출 장치.

[청구항 8]

제5항에 있어서,

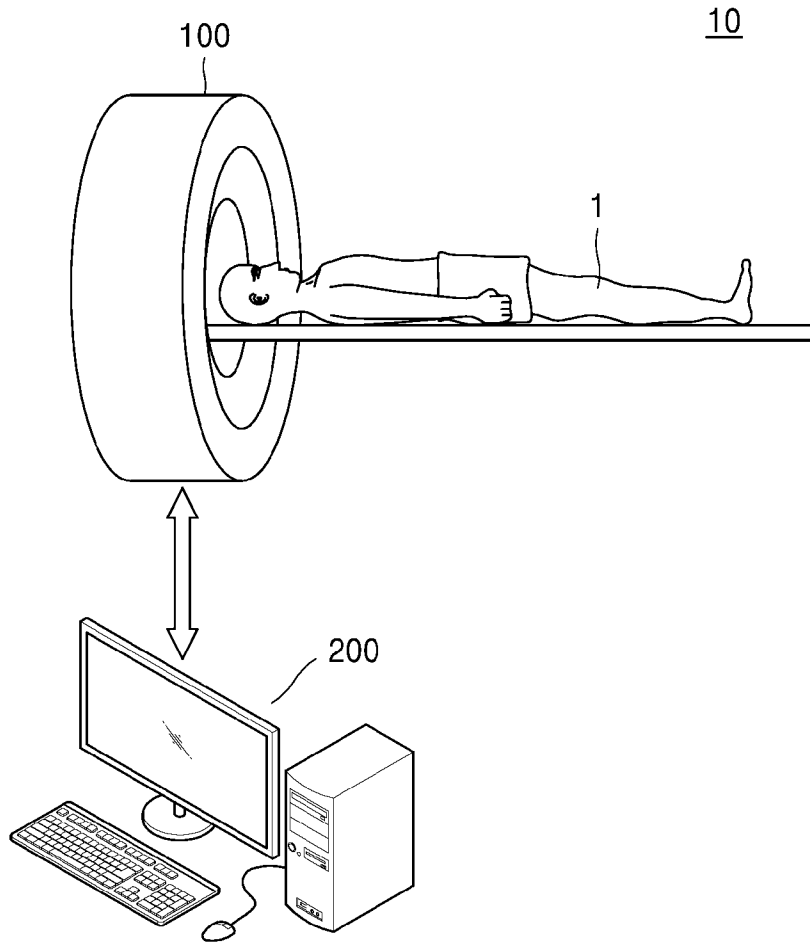
상기 병변 영역 검출 모델은

확산 계수 이미지들을 기 설정된 임계 값 및 각 픽셀들의 확산 계수의 표준 편차를 이용하여 표준화하는 과정을 통해 변환된 확산 계수 이미지들 및 가중 확산 이미지들을 입력 받아 학습되는 점을 특징으로 하는, 병변 영역 검출 장치.

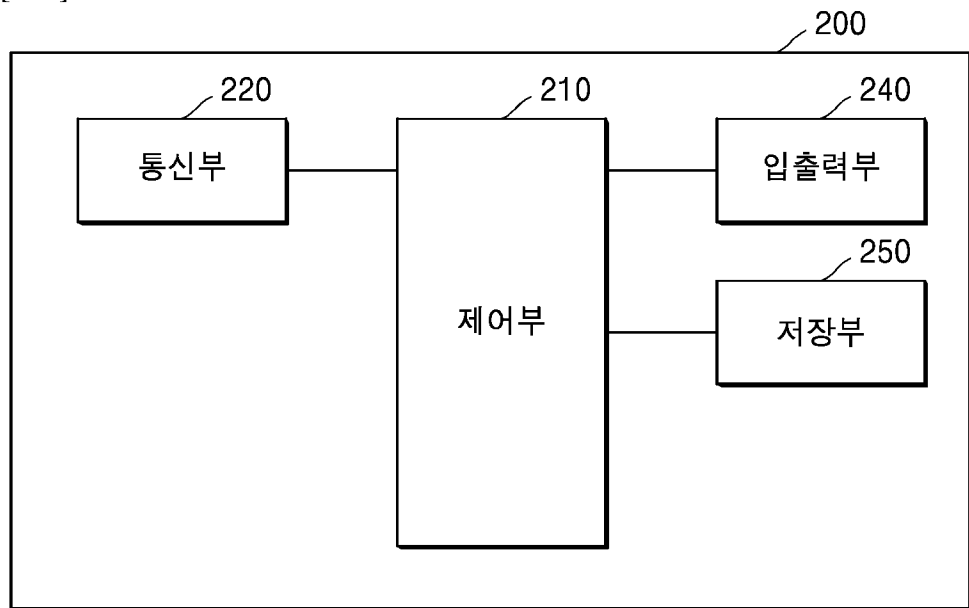
[청구항 9]

컴퓨터를 이용하여 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

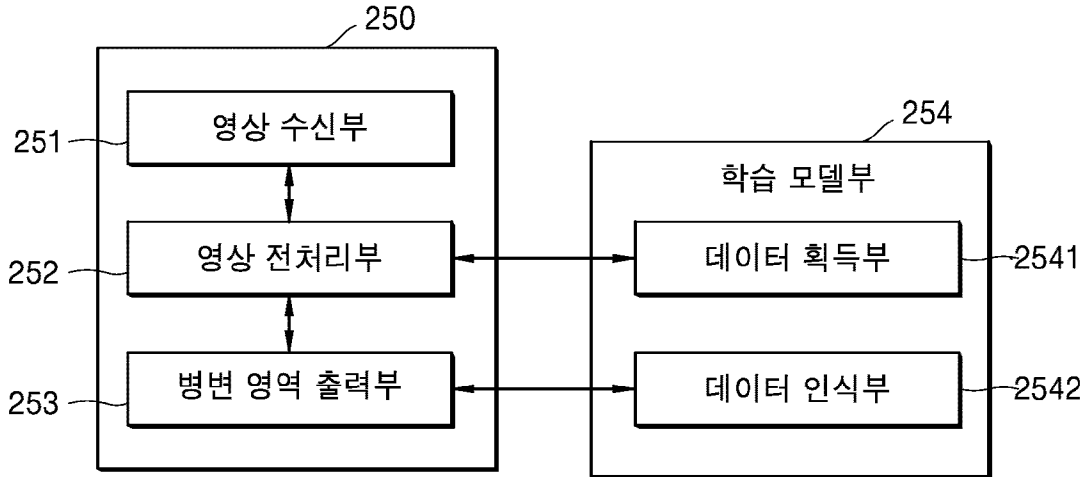
[도1]



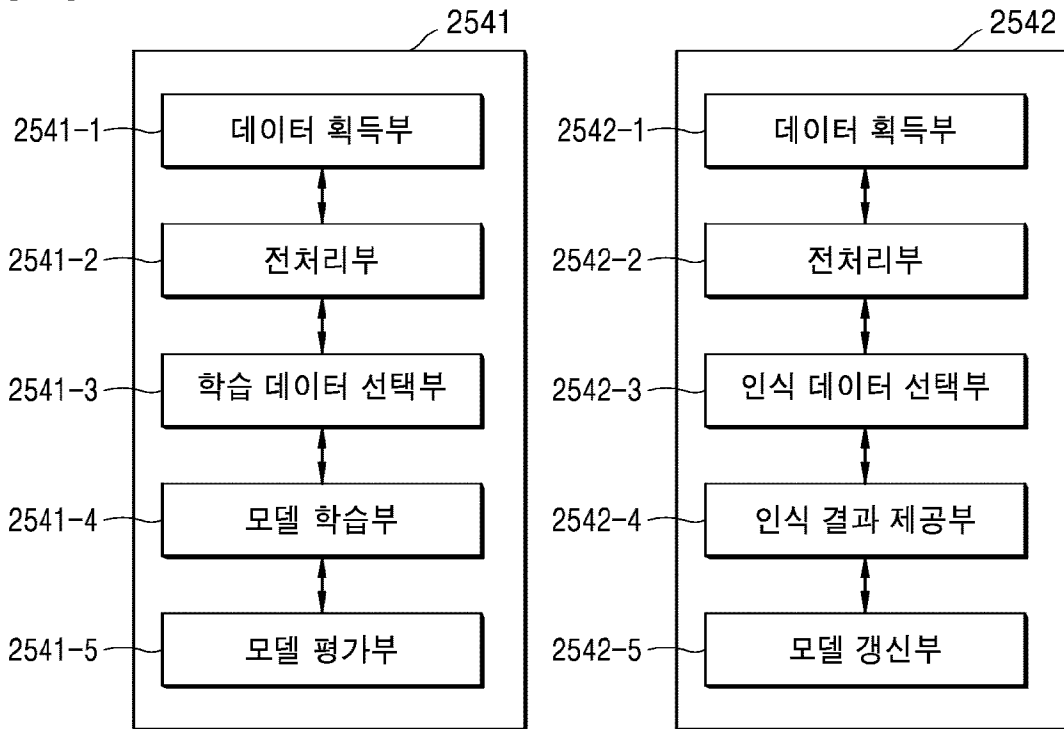
[도2]



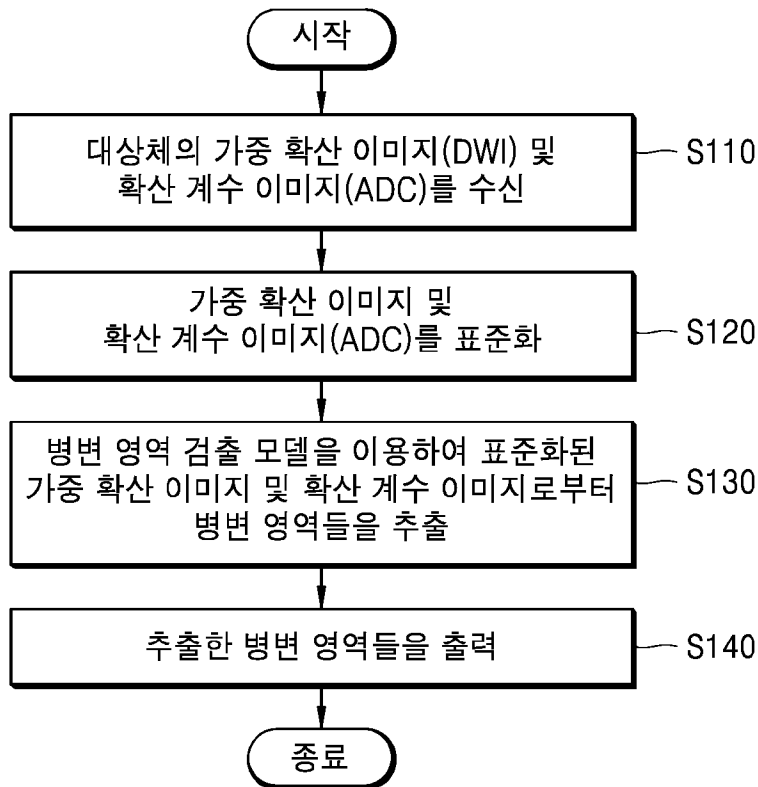
[도3]



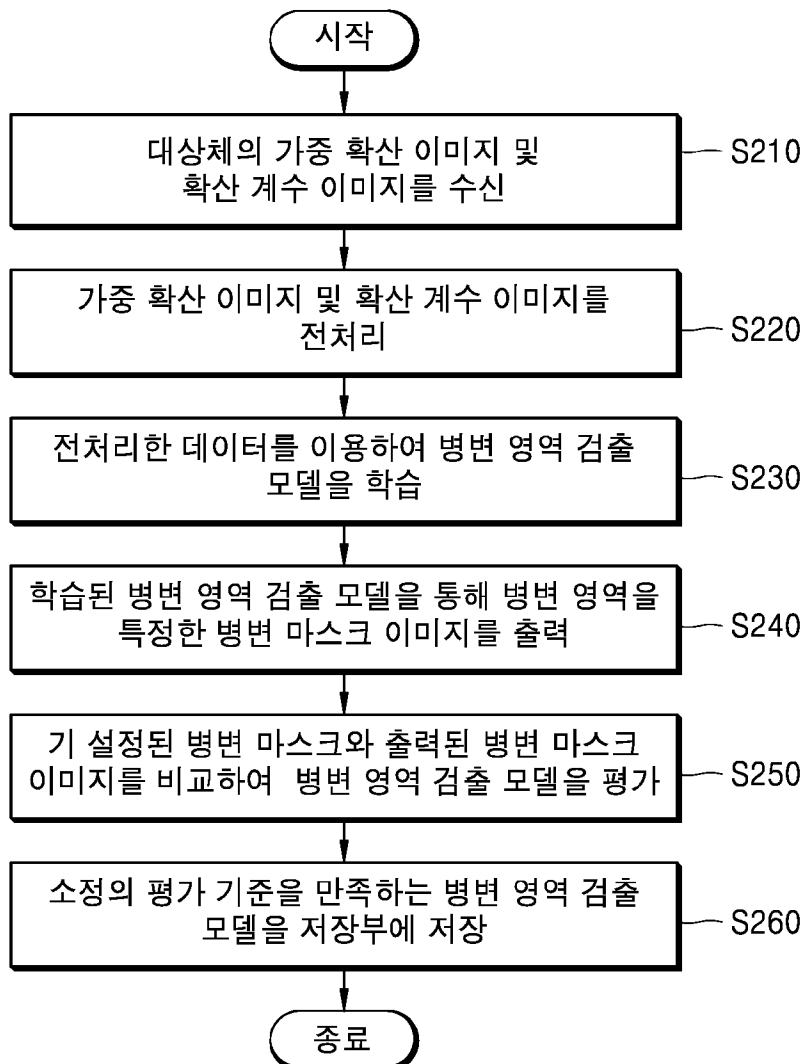
[도4]



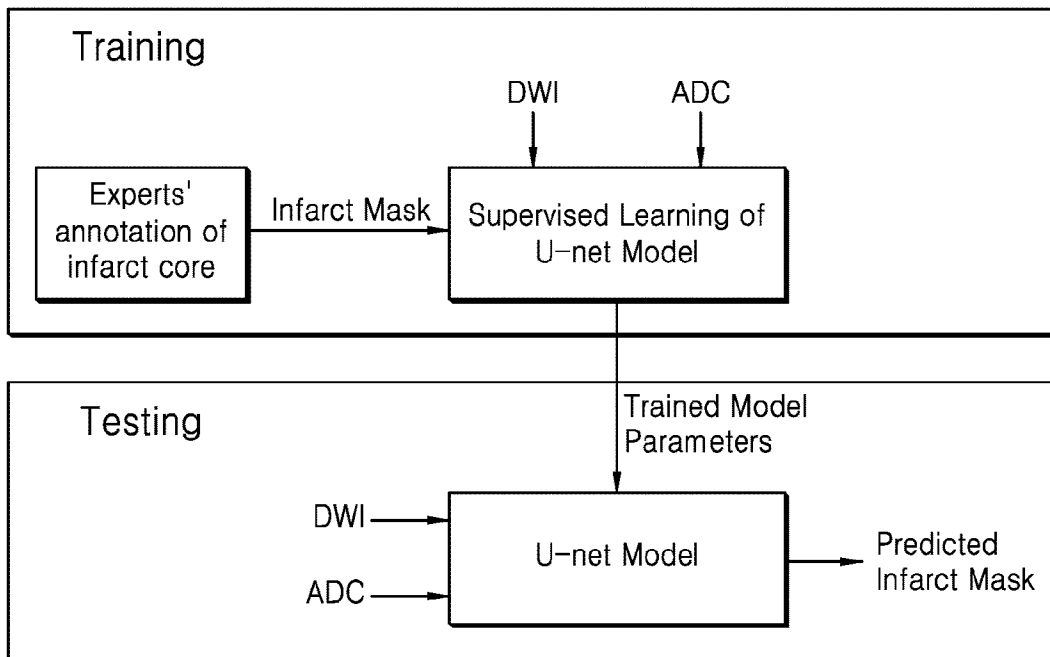
[도5]



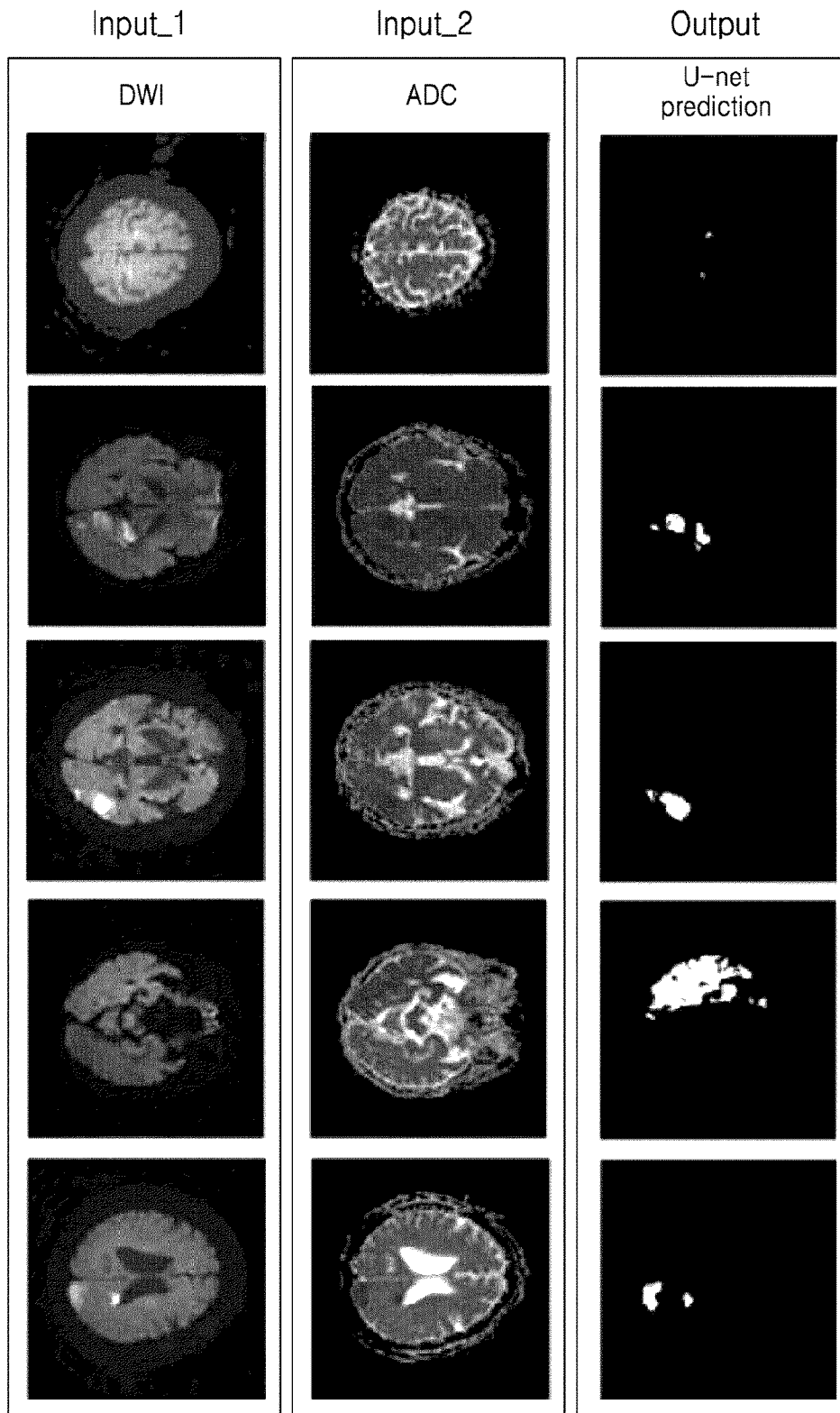
[도6]



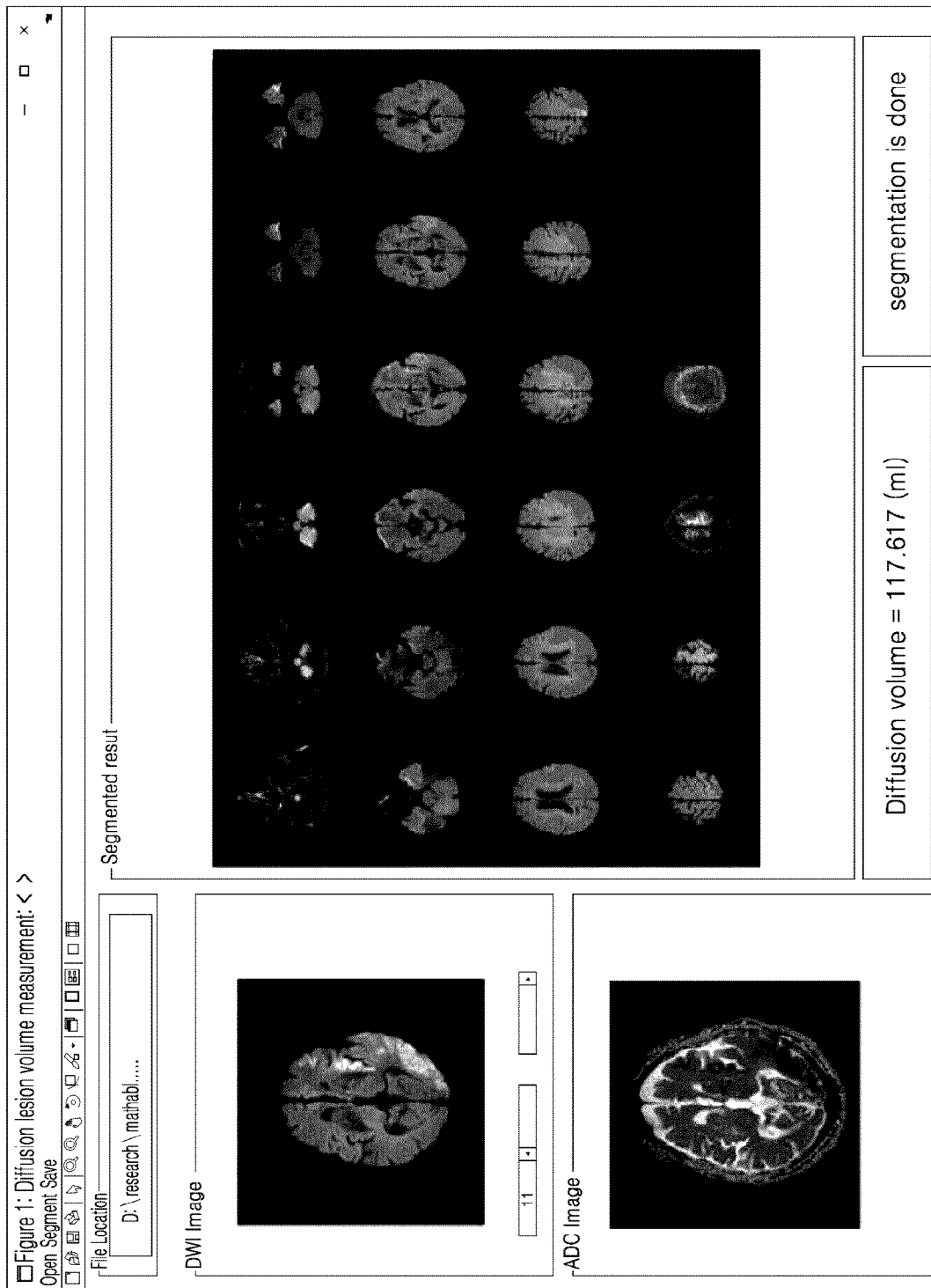
[도7]



[도8]



[도9]



[Table 10]

	ICC	95% CI	Mean Difference, mL	95% Limits of Agreement, mL
RAPID-U-net (DWI+ADC)	0.99	0.98-0.99	-1.75	-11.23 to 7.74
RAPID-U-net (DWI)	0.86	0.81-0.90	-0.10	-27.72 to 27.51

ADC indicates apparent diffusion coefficient; DWI, diffusion-weighted imaging; ICC, intraclass correlation coefficient; and RAPID, Rapid Processing of Perfusion and Diffusion.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/015653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/149(2017.01)i, G06T 7/00(2006.01)i, G06T 11/00(2006.01)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)

G06T 7/149; A61B 5/00; A61B 5/055; G06T 5/00; G06T 7/00; G16C 10/00; G06T 11/00

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: diffusion weighted image, apparent diffusion coefficient image, lesion, region, learn

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2018-0240233 A1 (SIEMENS HEALTHCARE GMBH.) 23 August 2018 See paragraphs [0020], [0027], [0029]; claim 1; and figure 1.	1-9
Y	WO 2017-165801 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 28 September 2017 See paragraph [0038]; claim 1; and figure 2.	1-9
Y	KR 10-2014-0042531 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 07 April 2014 See paragraphs [0053]-[0054]; and figure 5.	3,7
Y	WO 2018-161078 A1 (MASSACHUSETTS EYE AND EAR INFIRMARY) 07 September 2018 See page 2, line 25-page 3, line 9; page 26, lines 5-12; page 38, lines 1, 7-22; claim 1; and figure 1.	4,8
A	JP 2016-000102 A (ZIOSOFT INC.) 07 January 2016 See claims 1-8; and figures 1, 7.	1-9



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

"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

26 FEBRUARY 2020 (26.02.2020)

Date of mailing of the international search report

27 FEBRUARY 2020 (27.02.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/015653

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2018-0240233 A1	23/08/2018	CN 108460809 A EP 3367331 A1 US 10489908 B2	28/08/2018 29/08/2018 26/11/2019
WO 2017-165801 A1	28/09/2017	EP 3432784 A1 EP 3432784 A4 US 2019-0183429 A1	30/01/2019 11/09/2019 20/06/2019
KR 10-2014-0042531 A	07/04/2014	KR 10-1993716 B1 US 2014-0101080 A1 US 9514416 B2	27/06/2019 10/04/2014 06/12/2016
WO 2018-161078 A1	07/09/2018	US 2019-0385287 A1	19/12/2019
JP 2016-000102 A	07/01/2016	JP 6418797 B2	07/11/2018

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06T 7/149(2017.01)i, G06T 7/00(2006.01)i, G06T 11/00(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06T 7/149; A61B 5/00; A61B 5/055; G06T 5/00; G06T 7/00; G16C 10/00; G06T 11/00 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: 가중 확산 이미지(diffusion weighted image), 확산 계수 이미지(apparent diffusion coefficient image), 병변(lesion), 영역(region), 학습(learn)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2018-0240233 A1 (SIEMENS HEALTHCARE GMBH) 2018.08.23 단락 [0020], [0027], [0029]; 청구항 1; 및 도면 1	1-9
Y	WO 2017-165801 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 2017.09.28 단락 [0038]; 청구항 1; 및 도면 2	1-9
Y	KR 10-2014-0042531 A (삼성전자주식회사) 2014.04.07 단락 [0053]-[0054]; 및 도면 5	3,7
Y	WO 2018-161078 A1 (MASSACHUSETTS EYE AND EAR INFIRMARY) 2018.09.07 페이지 2, 라인 25 - 페이지 3, 라인 9; 페이지 26, 라인 5-12; 페이지 38, 라인 1 7-22; 청구항 1; 및 도면 1	4,8
A	JP 2016-000102 A (ZIOSOFT INC.) 2016.01.07 청구항 1-8; 및 도면 1, 7	1-9
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 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 이후 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “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 2020년 02월 26일 (26.02.2020)	국제조사보고서 발송일 2020년 02월 27일 (27.02.2020)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2018-0240233 A1	2018/08/23	CN 108460809 A EP 3367331 A1 US 10489908 B2	2018/08/28 2018/08/29 2019/11/26
WO 2017-165801 A1	2017/09/28	EP 3432784 A1 EP 3432784 A4 US 2019-0183429 A1	2019/01/30 2019/09/11 2019/06/20
KR 10-2014-0042531 A	2014/04/07	KR 10-1993716 B1 US 2014-0101080 A1 US 9514416 B2	2019/06/27 2014/04/10 2016/12/06
WO 2018-161078 A1	2018/09/07	US 2019-0385287 A1	2019/12/19
JP 2016-000102 A	2016/01/07	JP 6418797 B2	2018/11/07