

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 3월 28일 (28.03.2019) **WIPO | PCT**

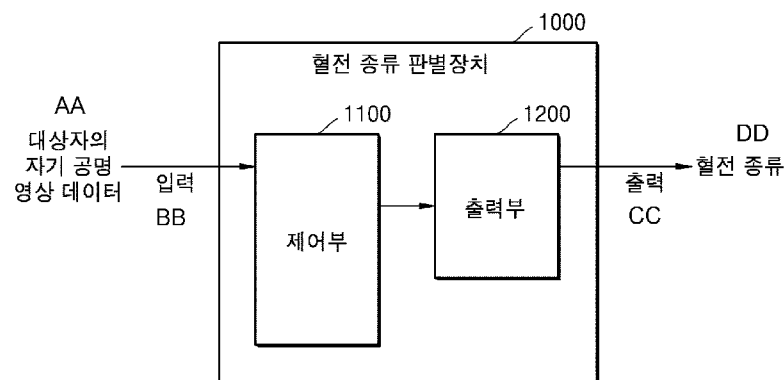


(10) 국제공개번호
WO 2019/059448 A1

- (51) 국제특허분류: *A61B 5/00* (2006.01) *A61B 5/055* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/011772
- (22) 국제출원일: 2017년 10월 24일 (24.10.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0122880 2017년 9월 22일 (22.09.2017) KR
- (71) 출원인: 사회복지법인 삼성생명공익재단 (SAMSUNG LIFE PUBLIC WELFARE FOUNDATION) [KR/KR]; 04348 서울시 용산구 이태원로55길 48, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 방오영 (BANG, Oh Young); 06277 서울시 강남구 남부순환로 2803, 105동 601호, Seoul (KR). 김윤철 (KIM, Yoon Chul); 08734 서울시 관악구 관악로30길 27, 116동 1101호, Seoul (KR). 정종원 (CHUNG, Jong-Won); 06276 서울시 강남구 선릉로 221, 101동 2206호, Seoul (KR). 서우근 (SEO, Woo-Keun); 06597 서울시 서초구 고무래로 35, 103동 603호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 리앤록 특허법인 (Y.P.LEE, MOCK & PARTNERS); 06292 서울시 강남구 언주로 30길 13 대림아크로텔 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, 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,

(54) Title: BLOOD CLOT TYPE DETERMINATION METHOD, DEVICE AND PROGRAM

(54) 발명의 명칭: 혈전 종류 판별 방법, 장치 및 프로그램



1000 ... Blood clot type determination device
1100 ... Control unit
1200 ... Output unit
AA ... Magnetic resonance image data of subject
BB ... Input
CC ... Output
DD ... Blood clot type

(57) Abstract: A blood clot type determination method according to one embodiment of the present invention comprises: a blood clot area selecting step of selecting, from magnetic resonance image (MRI) data of a particular subject, a blood clot area in which a blood clot of the particular subject is assumed to be positioned; an input data acquisition step of generating, from the selected blood clot area, input data to be inputted in a determination model for estimating the type of blood clot; an input step of inputting the input data to the determination model for estimating the type of blood clot; and an output step of determining the type of blood clot on the basis of an output value of the determination model, and outputting the type of blood clot, wherein the determination model is an input/output function representing a correlation between input data for learning, obtained from MRI data of a plurality of data providers, and the



WO 2019/059448 A1

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))

type of blood clot.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 방법은 특정 대상자의 자기공명영상(MRI) 데이터에서, 상기 특정 대상자의 혈전(clot)이 위치하는 것으로 추정되는 혈전 영역을 선택하는 혈전 영역 선택 단계; 상기 선택된 혈전 영역으로부터, 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에 입력할 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 획득 단계; 상기 입력 데이터를, 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에 입력하는 입력 단계; 및 상기 판별 모델의 출력값을 기초로, 상기 혈전의 종류를 판별하여 출력하는 출력 단계;를 포함하며, 상기 판별 모델은 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 학습용 입력 데이터와 혈전 종류의 상관관계를 표현하는 입출력함수이다.

명세서

발명의 명칭: 혈전 종류 판별 방법, 장치 및 프로그램

기술분야

- [1] 본 발명은 자기공명영상(MRI, magnetic resonance image) 데이터를 이용하여 혈전(clot)의 종류를 판별하는 방법, 장치 및 프로그램에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 뇌경색은 뇌의 혈관이 막혀 뇌의 일부 세포가 죽는 질병이다. 뇌경색은 뇌혈관의 동맥경화에 의한 혈전 및 심방세동(atrial fibrillation)에 의해 심장에서 발생하였다가 뇌로 이동한 색전(cardioembolic clot)에 의해 뇌혈관이 막혀 발생한다. 뇌혈관이 막히면서 뇌 조직으로 가는 혈액의 공급이 차단되어 막힌 혈관에 의해 혈액을 공급받던 뇌 조직이 경색되어 의식장애나 신체 마비 등의 신경학적 증상이 나타난다.
- [3] 뇌경색이 발병한 경우, 혈관을 조기에 재개통하여 뇌 조직이 완전히 경색에 빠지기 전에 뇌 혈류를 회복시키는 방식의 치료가 수행된다. 이때 막힌 혈관을 얼마나 빨리 뚫어주느냐가 뇌경색 예후에 가장 큰 영향을 미치는 요소이다. 뇌경색에 의한 후유증을 최소화하기 위한 발병 후 최초 치료까지의 시간(골든 타임)은 약 4.5-8시간 정도로 알려져 있으며 증상 발생 후 혈관 재개통의 시간이 빠를수록 신경학적 증상 회복의 확률이 증가하여, 빠른 진단과 치료가 요구된다.
- [4] 응급실에 환자가 오면, 컴퓨터단층촬영(CT) 또는 자기공명영상(MRI) 촬영을 통해 뇌경색 여부 및 원인을 판단한 후 치료 방침을 결정하게 된다. 이때 혈전을 녹이는 혈전용해제를 이용한 화학적 혈전제거술(chemical thrombolysis) 또는 시술을 통해 직접 혈전을 파쇄하는 기계적 혈전제거술(mechanical thrombolysis)이 수행된다.
- [5] 이때 혈전의 발생 원인에 따라 치료법이 결정되는데, 예컨대 심방세동으로 인한 혈전은 동맥경화에 의해 혈관이 폐쇄된 경우보다 기계적 혈전제거술을 통해 제거하기가 쉬움이 알려져 있다. 따라서 혈전의 종류를 객관적으로 판별할 수 있는 경우, 기계적 혈전제거술 치료 방침을 결정하는 데 큰 도움이 된다.
- [6] 최근에는 기계적 혈전제거술을 통해 얻은 혈전의 조직 검사(histology)를 통해 혈전의 성분과 뇌경색의 종류(subtype)와의 상관관계를 조사하는 연구가 활발히 수행되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 뇌졸중 환자가 급성 뇌경색으로 입원하면, 원인 분석 작업(etiological work up)을 시행하는 것이 일반적이다. 그러나 표준화된 검사항목이 정해지지 않아, 임상이나 기관에 따라 다양한 검사가 시행되고 있어 상당한 비용이 소요된다. 한편, 뇌경색 환자의 혈전의 특성을 확인하기 위한 검사를 시행하기 위해서는

수일간의 시간이 소요되기 때문에 급성기 재개통시 혈전에 대한 정보를 얻는 것은 한계가 있다. 즉 혈전의 조직 검사(histology)를 통해 혈전의 성분을 파악하는 데는 상당한 시간이 소요되기 때문에, 응급 상황에서 치료 방침을 정하기 위한 도구로 활용하기에는 어려움이 있다. 따라서 실제로는 컴퓨터단층촬영(CT) 또는 자기공명영상(MRI) 촬영 결과를 본 전문의의 임상적 판단을 통해 진단/예후 예측이 이루어져 왔다. 그러나 이와 같은 혈전 종류 판별 방식은 정성적이고 객관적이지 않으며, 관찰자 내 차이 및 관찰자 간 차이(intra- & inter-observer variability)가 높은 문제가 있다.

- [8] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 자기공명영상 데이터를 이용해 객관적으로 정량적인 방식으로 혈전의 종류를 판별하는 방법, 장치 및 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나, 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 방법은 특정 대상자의 자기공명영상(MRI) 데이터에서, 상기 특정 대상자의 혈전(clot)이 위치하는 것으로 추정되는 혈전 영역을 선택하는 혈전 영역 선택 단계; 상기 선택된 혈전 영역으로부터, 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에 입력할 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 획득 단계; 상기 입력 데이터를, 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에 입력하는 입력 단계; 및 상기 판별 모델의 출력값을 기초로, 상기 혈전의 종류를 판별하여 출력하는 출력 단계;를 포함하며, 상기 판별 모델은 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 학습용 입력 데이터와 혈전 종류의 상관관계를 표현하는 입출력함수이다.
- [10] 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치는, 특정 대상자의 자기공명영상 데이터를 수신하고, 상기 자기공명영상 데이터 중 상기 특정 대상자의 혈전(clot)이 위치한 영역이 선택되면, 상기 선택된 영역으로부터 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에 입력할 입력 데이터를 생성한 후, 상기 입력 데이터를 상기 판별 모델에 입력하는 제어부; 상기 판별 모델이 출력한 상기 혈전의 종류를 출력하는 출력부;를 포함하며, 상기 판별 모델은 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 학습용 입력 데이터와 혈전 분류 데이터의 상관관계를 표현하는 입출력함수이다.
- [11] 본 발명의 일 실시예는 상술한 혈전 종류 판별 방법을 실행하기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 개시한다.
- [12] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

- [13] 본 발명의 일 실시예에 따른 기계 학습을 이용한 혈전 종류 판별 방법, 장치, 프로그램에 의하면, 객관적으로 정량적인 방식으로 혈전의 종류를 판별할 수 있어 정성적인 방법으로 혈전 종류를 판별할 때 관찰자 내 차이 및 관찰자 간 차이(intra- & inter-observer variability)가 높은 문제를 해결할 수 있다. 또한, 비침습적인 방식으로 혈전의 종류를 수 분 내로 빠르게 파악할 수 있어, 대상자의 치료 방안을 신속하게 결정하는데 도움을 줄 수 있다. 이를 통해 뇌경색 등 비가역적으로 뇌에 손상을 줄 수 있는 뇌혈관 폐색 증상을 신속하게 치료할 수 있어 치료 효과를 높일 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치의 구성을 개략적으로 도시한 그림이다.
- [15] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [16] 도 3은 판별 모델을 트레이닝하는 단계를 더 포함하는 혈전 종류 판별 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [17] 도 4는 학습용 데이터를 생성하는 방법을 나타낸 그림이다.
- [18] 도 5는 학습용 입력 데이터를 얻는 일 실시예를 나타낸 그림이다.
- [19] 도 6은 학습용 입력 데이터를 얻는 또 다른 실시예를 나타낸 그림이다.
- [20] 도 7 및 도 8은 혈전 영역 선택 단계의 각 순서를 나타낸 그림이다.
- [21] 도 9 내지 도 11은 각각 입력 데이터 획득 단계의 일 실시예를 나타낸 그림이다.
- [22] 도 12는 입력 단계 및 출력 단계를 나타낸 그림이다.
- [23] 도 13은 심방세동에 의한 혈전 및 심방세동에 의하지 않은 혈전을 각각 가지는 대상자의 자기공명영상 데이터 및 신호 세기 프로파일을 나타낸 그림이다.
- [24] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치(1000)를 이용한 혈전 종류 판별 결과를 나타낸 그림이다.
- [25] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 판별 모델의 수신자 조작 특성(ROC, Receiver Operating Characteristic) 그래프이다.
- [26] 도 16은 특정 대상자의 혈전이 제거되기 전후의 자기공명영상 및 혈전 영역의 단면에서의 신호 세기 프로파일을 예시한 그림이다.
- [27] 도 17은 일 실시예에 따른 제어부의 블록도이다.
- [28] 도 18은 일 실시예에 따른 데이터 학습부의 블록도이다.
- [29] 도 19는 일 실시예에 따른 데이터 인식부의 블록도이다.
- [30]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [31] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어

- 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [32] 본 개시의 일부 실시예는 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들의 일부 또는 전부는, 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 하나 이상의 마이크로프로세서들에 의해 구현되거나, 소정의 기능을 위한 회로 구성들에 의해 구현될 수 있다. 또한, 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 다양한 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능 블록들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다. 또한, 본 개시는 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 및/또는 데이터 처리 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다. "메커니즘", "요소", "수단" 및 "구성" 등과 같은 용어는 넓게 사용될 수 있으며, 기계적이고 물리적인 구성들로서 한정되는 것은 아니다.
- [33] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [34] 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 연결 선 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것일 뿐이다. 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가된 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들에 의해 구성 요소들 간의 연결이 나타내어질 수 있다.
- [35] 또한, 본 명세서에서 사용되는 "제1" 또는 "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용할 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [36] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 단계는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 단계는 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 수행될 수도 있다.
- [37] 본 명세서에서 용어 "자기공명영상(MRI, magnetic resonance image)"은 자기장을 사용하여 체내 구조물의 영상 또는 사진을 생성하는 진단 기술 및 이를 통해 얻은 영상을 의미한다.
- [38] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 같거나 대응하는 구성 요소는 같은 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [39] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치(1000)의 구성을 개략적으로 도시한 그림이다.

- [40] 도 1에 도시된 혈전 종류 판별 장치(1000)는 본 실시예의 특징이 흐려지는 것을 방지하기 위하여 본 실시예와 관련된 구성요소들만을 도시한 것이다. 따라서, 도 1에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음을 본 실시예와 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있다.
- [41] 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치(1000)는 적어도 하나 이상의 프로세서(processor)에 해당하거나, 적어도 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다. 이에 따라, 혈전 종류 판별 장치(1000)는 마이크로프로세서나 범용 컴퓨터 시스템과 같은 다른 하드웨어 장치에 포함된 형태로 구동될 수 있다.
- [42] 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치(1000)는, 대상자의 자기공명영상 데이터를 입력하면 이를 가공하여 대상자의 신체, 예컨대 뇌에 발생한 혈전(clot)의 종류를 판별하여 출력하는 장치이다. 도 1을 참조하면, 혈전 종류 판별 장치(1000)는 제어부(1100)와 출력부(1200)를 포함한다.
- [43] 제어부(1100)는 프로세서(processor)와 같이 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 여기서, '프로세서(processor)'는, 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이처럼 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(Microprocessor), 중앙처리장치(Central Processing Unit: CPU), 프로세서 코어(Processor Core), 멀티프로세서(Multiprocessor), ASIC(Application-Specific Integrated Circuit), FPGA(Field Programmable Gate Array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [44] 우선, 제어부(1100)는 대상자의 의료 데이터, 예컨대 자기공명영상(MRI, magnetic resonance imaging) 데이터를 수신한다. 대상자는 혈전(clot)에 의해 뇌경색이 발생한 환자일 수 있으나, 대상자가 이에 제한되는 것은 아니다. 자기공명영상 데이터는 T1 강조(T1-weighted) 영상 데이터, T2 강조(T2-weighted) 영상 데이터, 액체감쇠역전회복(FLAIR, fluid attenuated inversion recovery) 영상 데이터, 확산 강조 영상(DWI; diffusion weighted imaging) 데이터, 자화율 강조 영상(SWI: susceptibility weighted imaging) 데이터를 포함할 수 있으나 자기공명영상 데이터의 종류가 이에 제한되는 것은 아니다. 혈전 종류 판별 장치(1000)는 외부의 자기공명영상 장치 또는 기 저장되어 있던 의료 데이터베이스(DB)에서 자기공명영상 데이터를 수신할 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [45] 일 실시예에 따르면, 제어부(1100)에 의해 획득되는 자기공명영상 데이터는 경사 에코(gradient echo, GRE) 영상 데이터를 포함할 수 있다. GRE 영상은 T2* 강조 영상의 일종으로, 180도 펄스를 사용하지 않아 반복시간을 단축할 수 있어 단시간에 촬영이 가능한 특징이 있고, 혈류가 고신호가 되므로 혈관의 진단이나 MR 혈관조영술(MR angiography)에 널리 응용된다. 동맥경화증에 의한 혈전 및

심장에서 유래된 색전(cardioembolic clot)을 GRE 영상을 통해 보게 되면, 자화율(susceptibility)의 영향으로 주위가 검게 나타나는 신호 특성이 있어 혈전이 뚜렷하게 관찰된다. 따라서 GRE 영상 데이터는 혈전의 신호 특성을 학습시킬 때 유용하게 활용될 수 있다. 한편 GRE 영상 데이터 외에도, 자화율(susceptibility) 차이에 의해 발생하는 블루밍 아티팩트(blooming artifact)를 확인할 수 있는 다양한 종류의 데이터가 이용될 수 있다. 예컨대, 자화율 강조 영상(SWI: susceptibility weighted imaging) 데이터 역시 혈전의 신호 특성을 학습시킬 때 활용될 수 있다.

[46] 이후 제어부(1100)는 획득한 자기공명영상 데이터를 가공하여, 혈전의 종류를 추정하기 위한 입력 데이터를 획득한 후, 입력 데이터를 판별 모델에 입력할 수 있다. 이때 '판별 모델'은 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 학습용 입력 데이터와 혈전 종류의 상관관계를 표현하는 입출력함수를 의미할 수 있다.

[47] 일 실시예에 따른 판별 모델은 기계 학습(Machine Learning) 기법으로 생성된 것일 수 있다. 혈전 종류 판별 장치(1000)는 이와 같은 판별 모델을 트레이닝 및/또는 학습시키기 위해 다양한 기법들을 사용할 수 있다. 가령 혈전 종류 판별 장치(1000)는 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 학습용 입력 데이터를 분류하기 위해 Logistic regression, Decision tree, Nearest-neighbor classifier, Kernel discriminant analysis, Neural network, Support vector machine, Random forest, Boosted tree 등의 알고리즘 및/또는 방식(기법)을 사용할 수 있다. 다만 이는 예시적인 것으로 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[48] 일 실시예에 따른 판별 모델은 학습용 입력 데이터를 벡터 형태로 표현될 수 있는 혈전 분류 데이터로 매핑(mapping)하는 행렬 데이터 세트일 수 있다. 이때 판별 모델을 '트레이닝' 또는 '학습'시킨다는 것은, 학습용 입력 데이터를 판별 모델에 입력하였을 때의 출력값이 라벨링(labeling)된 실제의 혈전 분류 데이터에 가까워지도록 오류 역전파(error back-propagation) 기법 등을 통해 판별 모델 파라미터 세트의 값을 조절하는 것을 의미할 수 있다.

[49] 일 실시예에 따르면, 판별 모델은 특정 대상자의 혈전이 적색 혈전(red clot)을 포함하는지를 판단하는 모델일 수 있다. 혈전은 적색 혈전, 백색 혈전(white clot) 등으로 나뉘는데, 이 중 적색 혈전은 피브린(fibrin)에 주로 적혈구가 많이 부착되어 붉게 보이는데, 적혈구는 디옥시헤모글로빈(deoxyhemoglobin)을 많이 포함하고 있어서 다른 혈전과 달리 GRE 영상에서 블루밍 아티팩트가 더 강하게 나타난다. 따라서, 적색 혈전과 백색 혈전의 신호 특성은 서로 다르게 나타난다. 본 발명의 일 실시예에서는 적색 혈전의 신호 특성을 학습시켜 혈전의 종류를 판별하여, 혈전의 발생 원인을 추정할 수 있다.

[50] 일 실시예에 따르면, 판별 모델은 특정 대상자의 혈전이 심방세동(Afib, atrial fibrillation)으로 인한 혈전인지를 판단하는 모델일 수 있다. 심방세동은 부정맥의

일종으로 심방의 수축이 일어나지 않아 심박출량이 감소하는 증상을 의미하며, 심방세동이 발생하면 혈액이 원활하게 순환하지 않고 정체되어 혈전이 만들어진다. 이후 혈전이 이동하여 뇌의 중대뇌동맥(middle cerebral artery)을 막게 되면 뇌경색이 생긴다. 이때 심방세동에 의해 발생한 혈전은 적혈구(red blood cell)의 비율이 높은 적색 혈전을 주로 포함하며, 동맥경화에 의한 혈전은 혈소판이 풍부한 백색 혈전(white clot)을 주로 포함한다. 즉 대상자의 혈전이 적색 혈전으로 판별된 경우, 대상자의 혈전이 심방세동으로 인해 발생하였을 확률이 높다고 추정할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 상술한 것처럼 적색 혈전과 백색 혈전의 신호 특성이 서로 다르게 나타나는 것을 근거로, 심방세동에 의한 혈전의 신호 특성을 학습시켜 혈전의 종류를 판별한다.

- [51] 출력부(1200)는 혈전 종류 판별 장치(1000)에서 처리되는 정보를 표시 출력한다. 출력부(1200)는 혈전 종류 판별 결과 및 자기공명영상 데이터를 입력받기 위한 사용자 인터페이스 등을 디스플레이하는 디스플레이부를 포함할 수 있다. 사용자는 출력부(1200)에 나타난 혈전 판별 결과를 참고하여 대상자의 치료법을 결정할 수 있다.

[52]

발명의 실시를 위한 형태

- [53] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 방법을 나타낸 흐름도이다. 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 방법은 혈전 영역 선택 단계(S210), 입력 데이터 획득 단계(S220), 입력 단계(S230) 및 출력 단계(S240)를 포함한다.
- [54] 도 2를 참조하면, 우선 대상자의 자기공명영상 데이터에서, 혈전이 위치하는 것으로 추정되는 혈전 영역을 선택하는 단계(S210)가 수행된다. 상기 단계(S210)는 여러 개의 자기공명영상 슬라이스(slice)에서 혈전이 보이는 슬라이스를 골라내고, 슬라이스에서 혈전으로 추정되는 영역을 선택하는 단계를 포함할 수 있는데 이에 대해서는 아래에서 도 7 및 도 8을 참조하여 설명한다.
- [55] 이후 제어부(1100)에 의해 혈전 영역으로부터 판별 모델에 입력할 입력 데이터를 획득하는 단계(S220)가 수행된다. 상기 단계(S220)에서는 자기공명영상 데이터 중 판별 모델에 입력할 입력 데이터를 추출, 생성 또는 전처리(pre-processing)하는 과정이 수행될 수 있다. 이때 입력 데이터는 신호 세기 프로파일(intensity profile)일 수 있는데, 이에 대해서는 아래에서 도 9 내지 도 11을 참조하여 설명한다.
- [56] 이후, 판별 모델에 입력 데이터를 입력하는 단계(S230) 및 판별 모델의 출력값을 기초로 혈전의 종류를 판별하여 출력하는 출력 단계(S240)가 수행된다. 이에 대해서는 아래에서 도 11 및 도 12를 참조하여 설명한다.
- [57] 즉 본 발명의 일 실시예에 의한 혈전 종류 판별 방법에서는, 자기공명영상 데이터를 가공하여 입력 데이터를 획득한 후, 이를 혈전 종류를 판별하도록 미리

학습/생성된 판별 모델에 입력하여 나온 값을 출력한다.

[58] 이때 판별 모델은 외부의 장치에서 학습/생성된 것일 수 있으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치(1000)의 제어부(1100)에서 학습/생성된 것일 수도 있다. 판별 모델이 제어부(1100)에서 트레이닝 되는 경우에는, 특정 대상자의 혈전 종류를 판별하기 이전에 판별 모델을 트레이닝하는 단계를 수행하여야 한다.

[59] 도 3은 판별 모델을 트레이닝하는 단계를 더 포함하는 혈전 종류 판별 방법을 나타낸 흐름도이다. 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 방법은, 혈전 영역 선택 단계(S210) 이전에 판별 모델을 트레이닝하는 단계(S310)를 더 포함할 수 있다. 이때 판별 모델 트레이닝 단계(S310)는 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터 및 혈전 분류 데이터로부터 학습용 데이터를 획득하는 단계 및 상기 학습용 데이터를 이용하여 판별 모델을 기계 학습시키는 단계를 포함할 수 있다.

[60] 이때 판별 모델을 기계 학습시키기 위해서는 학습용 입력 데이터가 필요하다.

[61] 특히, 지도 학습(supervised learning) 방식을 통해 판별 모델을 기계 학습시키기 위해서는 각각의 학습용 입력 데이터에 매칭(matching)되고, 데이터 제공자의 실제 혈전 종류를 알려주는 혈전 종류 데이터도 필요하다. 이하 도 4 내지 도 6을 참조하여 판별 모델을 학습/생성하기 위한 학습용 데이터를 획득하는 방법을 설명한다.

[62]

[63] 도 4는 학습용 데이터를 생성하는 방법을 나타낸 그림이다. 학습용 데이터는 판별 모델에 입력되는 '학습용 입력 데이터' 및 이에 대응하는 '혈전 분류 데이터'를 포함할 수 있다.

[64] 도 4를 참조하면, 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터에 선택된 혈전 영역으로부터 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델을 학습시킬 학습용 입력 데이터를 생성하는 단계가 나타나 있다. 판별 모델을 트레이닝시킬 학습용 입력 데이터는 대상자의 혈전 영역의 신호 세기 프로파일 그래프일 수 있다. 이때 신호 세기 프로파일은, 픽셀 위치에 따른 자기 공명 신호의 세기 또는 이미지에서의 밝기 신호의 세기를 나타낼 수 있다. 학습용 입력 데이터는 자동 또는 반자동으로 생성될 수 있는데, 이에 대해서는 도 7 내지 도 10을 참조하여 후술한다.

[65] 이때, 각 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 신호 세기 프로파일을 포함하는 학습용 입력 데이터와 혈전 분류 데이터는 서로 매칭된다. 예컨대, 조직 검사(histology) 결과 등으로 데이터 제공자 P1의 혈전이 심방세동 혈전인 것을 이미 알고 있는 경우, 제어부(1100)는 데이터 제공자 P1의 혈전 영역에서의 신호 세기 프로파일 그래프를 1에 대응시킬 수 있다. 반대로, 조직 검사 결과 데이터 제공자 P2의 혈전이 심방세동 혈전이 아님을 이미 알고 있는 경우, 제어부(1100)는 데이터 제공자 P2의 혈전 영역에서의 신호 세기 프로파일

그래프를 0에 대응시킬 수 있다. 즉 제어부(1100)는 데이터 제공자의 의료 데이터, 임상 데이터로부터 얻은 혈전 분류 데이터를 학습용 입력 데이터와 매칭시켜 '학습용 데이터'를 생성할 수 있다.

- [66] 이때 제어부(1100)는 상술한 다양한 알고리즘을 통해, 학습용 데이터로부터 신호 세기 프로파일 그래프의 특성을 학습할 수 있다. 예컨대 판별 모델 트레이닝 단계(S310)에서, 제어부(1100)는 심방 세동 혈전인 것으로 라벨링된 신호 세기 프로파일 그래프의 특징을 학습할 수 있다.

[67]

- [68] 도 5는 학습용 입력 데이터를 얻는 일 실시예를 나타낸 그림이다.

- [69] 일 실시예에 따르면, 학습용 입력 데이터는, 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터의 혈전 영역 내의 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선분(L_{12})과 일정 각도를 가지는 복수 개의 단면($S_1, S_2, \dots, S_n$)으로부터 얻은 신호 세기 프로파일(IP)을 포함할 수 있다.

- [70] 도 5를 참조하면, 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터에 나타난 혈전 영역(CA) 내의 제1점(P_1), 제2점(P_2), 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선분(L_{12}), 상기 선분(L_{12})과 일정 각도를 가지는 복수 개의 단면 선($S_1, S_2, \dots, S_n$)이 표시되어 있다. 제1점(P_1)과 제2점(P_2)은 사용자에게 의해 지정될 수도 있으며, 제어부(1100)에 의해 자동으로 선택될 수도 있다. 예컨대, 제어부(1100)는 선택된 혈전 영역(CA) 중 거리가 가장 먼 두 점을 제1점(P_1)과 제2점(P_2)으로 선택할 수 있다. 일 실시예에 따르면 제어부(1100)에 의해 선택된 제1점(P_1)과 제2점(P_2)은 사용자에게 의해 다른 지점으로 바뀔 수도 있다. 이때 각 점을 이은 선분(L_{12})이 혈관의 방향 또는 혈전이 길게 늘어진 방향과 평행하도록 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 선택하는 것이 바람직할 수 있다.

- [71] 복수 개의 단면 선($S_1, S_2, \dots, S_n$)은 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선분(L_{12})과 일정한 각도(θ)를 가진다. 상기 각도(θ)는 기 설정된 값일 수도 있으며, 사용자의 입력에 의해 설정될 수도 있다. 상기 각도(θ)는 예컨대 90도일 수 있다. 즉 단면 선($S_1, S_2, \dots, S_n$)은 혈관의 방향 또는 혈전이 길게 늘어진 방향에 수직할 수 있다. 단면 선($S_1, S_2, \dots, S_n$)이 혈관의 방향과 수직인 경우, 혈관의 횡단면에 대한 혈전의 신호 세기, 즉 혈관의 중심에서 벗어난 거리에 따른 혈전의 신호 세기의 특성을 파악할 수 있다.

- [72] 동맥경화에 의한 혈전은 혈관의 한쪽 벽이 굳어 형성되는 것이고 심방세동에 의한 혈전은 불규칙한 심장박동에 따른 심방에서의 와류 형성에 따라 형성되는 것이므로, 혈관의 중심에서 벗어난 거리에 따라 혈전의 신호 세기의 특성이 달라진다. 따라서, 단면 선($S_1, S_2, \dots, S_n$)이 혈관의 방향 또는 혈전이 길게 늘어진 방향에 수직이게 하여 신호 세기 프로파일을 얻어 이를 기계 학습시키는 경우 혈전의 특성을 학습시키기 쉬워질 수 있다.

- [73] 이때 복수 개의 학습용 입력 데이터 또는 신호 세기 프로파일(IP)은 모두 한 명의 데이터 제공자에게서 얻은 것이므로, 모두 같은 혈전 분류 데이터와

매칭된다. 예컨대 심방세동 혈전을 가지는 데이터 제공자에게서 얻은 학습용 입력 데이터가 n 개인 경우, n 개의 학습용 입력 데이터에 대응하는 혈전 분류 데이터는 모두 1이 될 수 있다. 즉 한 명의 데이터 제공자로부터 복수 개의 신호 세기 프로파일(IP)을 얻으면, 같은 값으로 라벨링 된 복수 개의 신호 세기 프로파일(IP)을 얻을 수 있어, 학습용 입력 데이터를 쉽게 생성할 수 있는 장점이 있다. 특히 각 단면이 1픽셀(pixel) 단위로 떨어져 있게 하는 경우, 한 명의 데이터 제공자로부터 최대한 많은 학습용 입력 데이터를 생성할 수 있다.

[74]

[75] 도 6은 학습용 입력 데이터를 얻는 또 다른 실시예를 나타낸 그림이다.

[76] 일 실시예에 따르면, 학습용 입력 데이터는 신호 세기 프로파일(IP)과 좌우 반전(inversion)인 반전 신호 세기 프로파일(IP')을 더 포함할 수 있다.

[77] 도 6을 참조하면, 도 5와 비슷하게 한 명의 데이터 제공자로부터 얻은 n 개의 신호 세기 프로파일(IP) 및 n 개의 반전 신호 세기 프로파일(IP')을 합한 총 $2n$ 개의 그래프가 나타나 있다. 혈전이 생성되는 메커니즘은 혈관의 좌우 위치에 의존하지 않으므로, 각 신호 세기 프로파일(IP) 그래프를 좌우로 반전(inversion)시킨 그래프인 '반전 신호 세기 프로파일(IP')' 역시 신호 세기 프로파일(IP)과 같은 '특징'을 가지게 된다. 따라서 반전 신호 세기 프로파일(IP') 역시 학습용 입력 데이터로 활용할 수 있다. 이 경우, 신호 세기 프로파일(IP) 그래프의 개수가 n 개라고 할 때, 하나의 혈전 영역에서 얻을 수 있는 학습용 입력 데이터의 개수는 $2n$ 개가 된다. 즉 총 신호 세기 프로파일을 2배로 얻을 수 있어, 한 명의 데이터 제공자로부터 최대한 많은 학습용 입력 데이터를 생성할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 상술한 방법을 통해 52명의 데이터 제공자로부터 얻은 자기공명영상 데이터에서 총 1624개의 학습용 입력 데이터를 생성하였다.

[78] 도 4 내지 도 6에서는 혈전 분류 데이터가 0 또는 1로 바이너리 분류(binary classification)된 것을 예시하였으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대 판별 모델은 3개 이상의 혈전 종류를 판별하도록 학습될 수 있고, 이 경우 혈전 분류 데이터는 행 또는 열의 개수가 3 이상인 벡터일 수 있다.

[79] 한편, 상술한 방법에 의해 생성된 학습용 입력 데이터는 트레이닝용 데이터(training data) 및 테스트용 데이터(test data)로 나눌 수 있다. 예컨대 트레이닝용 데이터를 이용해 판별 모델을 학습시킨 후에는 테스트용 데이터를 통해 판별 모델의 정확도를 검증할 수 있다.

[80]

[81] 위에서는 도 3 내지 도 6을 참조하여 판별 모델을 트레이닝하는 방법 및 판별 모델을 학습하기 위한 학습용 데이터를 생성하는 방법을 설명하였다.

이하에서는 도 7 내지 도 12를 참조하여 트레이닝 된 판별 모델을 이용해 특정 대상자의 혈전 종류를 판별하는 방법을 설명한다.

[82] 도 7 및 도 8은 혈전 영역 선택 단계(S210)의 각 순서를 나타낸 그림이다.

- [83] 도 7을 참조하면, 자기공명영상 데이터의 여러 슬라이스(slice)가 도시되어 있다. 즉 자기공명영상 데이터는 복수 개의 슬라이스(slice)를 포함할 수 있다. 도 7에서는 각 슬라이드가 대상자의 횡단면(transverse plane)에 나타난 자기공명영상인 것을 예시하였으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 각 슬라이드의 영상은 출력부(1200)에 표시될 수 있다. 이때 선택 단계(S210)에서는 복수 개의 슬라이드 중 '혈전(clot)'이 있는 것으로 추정되는 슬라이드를 선택하는 단계가 수행될 수 있다. 이러한 선택은 사용자에게 의해 이루어질 수도 있으나, 제어부(1100)에 의한 영상 처리를 통해 자동으로 이루어질 수도 있다.
- [84] 이후 도 8을 참조하면, 선택된 슬라이스에서 혈전이 위치한 혈전 영역(CA)을 선택하는 단계가 수행될 수 있다. 예컨대 자기공명영상 중 경사 에코 영상에서는, 혈전이 자화율(susceptibility)의 차이로 인해 검게 나타나는 신호 특성을 보인다. 따라서, 주위보다 검게 나타난 영역이 혈전 영역(CA)으로 선택될 수 있다.
- [85] 혈전 영역(CA)을 선택하는 단계는 사용자에게 의해 직접(manually) 이루어질 수도 있지만, 영상 처리 기법을 통해 반자동(semi-auto) 또는 자동(auto)으로 이루어질 수도 있다. 예컨대 사용자가 혈전으로 추정되는 영역 중 일부 픽셀을 선택하면, 제어부(1100)는 선택된 픽셀 주위에서 밝기 또는 신호 세기가 특정 값(threshold) 이하 또는 이상인 픽셀을 영상 처리 기법을 통해 혈전 영역을 반자동으로 선택할 수 있다. 또는, 만약 혈전이 시상면(sagittal plane)을 기준으로 신체의 한쪽에만 형성된 경우, 제어부(1100)는 시상면을 지나는 자기공명영상의 대칭축을 기준으로 특정 픽셀 영역과 대칭 픽셀 영역의 신호 세기 차이가 특정 값 이상인 픽셀 영역을 '혈전'이 발생한 영역으로 추정하여 혈전 영역(CA)을 자동으로 선택할 수도 있다. 이때 제어부(1100)에 의해 추정된 '혈전 영역(CA)'이 복수 개인 경우, 사용자는 이 중 일부를 최종 선택할 수 있다.
- [86] 상술한 단계는 특정 대상자의 자기공명영상 데이터에서 입력 데이터를 획득하는 경우뿐만 아니라 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터에서 학습용 입력 데이터를 획득하는 경우에도 비슷하게 적용될 수 있다.
- [87] 도 9 내지 도 11은 각각 입력 데이터 획득 단계(S220)의 일 실시예를 나타낸 그림이다.
- [88] 입력 데이터 획득 단계(S220)에서, 제어부(1100)는 선택된 혈전 영역(CA)으로부터 판별 모델에 입력할 입력 데이터를 획득한다. 예컨대, 판별 모델에 입력할 입력 데이터는 혈전 영역(CA)의 신호 세기 프로파일일 수 있다. 이때 신호 세기 프로파일은, 픽셀 위치에 따른 자기 공명 신호의 세기 또는 이미지에서의 밝기 신호의 세기를 나타낼 수 있다.
- [89] 본 발명의 일 실시예에서는, 혈전 영역을 자른 단면 선(S)에서의 신호 세기 프로파일 그래프를 판별 모델에 입력해 혈전의 종류를 추정한다. 즉 도 9를 참조하면, 제어부(1100)는 혈전 영역 선택 단계(S210)에서 선택된 혈전 영역을 지나는 임의의 단면 선(S)을 통해 얻은 신호 세기 프로파일을 판별 모델에

입력할 수 있다. 이 경우 신호 세기 프로파일을 얻는 과정은 자동(auto)으로 이루어질 수 있다.

- [90] 이와 달리, 신호 세기 프로파일을 얻는 과정은 반자동(semi-auto)으로 이루어질 수도 있다. 일 실시예에 따르면, 입력 데이터는 혈전 영역(CA) 내의 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선분(L_{12})과 일정 각도(θ)를 가지는 단면 선(S)으로부터 얻은 신호 세기 프로파일을 포함할 수 있다.
- [91] 도 10을 참조하면, 혈전 영역(CA) 내에서 제1점(P_1)과 제2점(P_2)이 지정된다. 제1점(P_1) 및 제2점(P_2)은 사용자에게 의해 지정될 수도 있으며, 제어부(1100)에 의해 자동으로 지정될 수도 있다. 예컨대 제어부(1100)는 선택된 혈전 영역(CA) 중 거리가 가장 먼 두 점을 각각 제1점(P_1)과 제2점(P_2)으로 선택할 수 있다. 일 실시예에 따르면 제어부(1100)에 의해 선택된 제1점(P_1)과 제2점(P_2)은 사용자에게 의해 다른 지점으로 바뀔 수도 있다. 이때 각 점을 이은 선분이 혈관의 방향 또는 혈전이 길게 늘어진 방향과 평행하도록 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 선택하는 것이 바람직할 수 있다.
- [92] 이후, 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선분(L_{12})과 일정 각도(θ)를 가지는 단면 선(S)이 획득될 수 있다. 이때 단면 선(S)은 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선분(L_{12})의 임의의 위치(예컨대, 중점)를 지날 수 있다. 단면 선(S)은 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선과 일정한 각도(θ)를 가진다. 상기 각도(θ)는 기 설정된 값일 수도 있으며, 사용자의 입력에 의해 설정될 수도 있다. 상기 각도(θ)는 예컨대 90도일 수 있다. 즉 단면 선(S)은 혈관의 방향 또는 혈전이 길게 늘어진 방향에 수직일 수 있다. 단면 선(S)이 혈관의 방향과 수직인 경우, 혈관의 횡단면에 대한 혈전의 신호 세기, 즉 혈관의 중심에서 벗어난 거리에 따른 혈전의 신호 세기의 특성을 파악할 수 있다.
- [93]
- [94] 일 실시예에 따르면, 입력 데이터는 복수 개의 신호 세기 프로파일을 포함할 수 있다. 도 11을 참조하면, 지정된 제1점(P_1)과 제2점(P_2)을 잇는 선분(L_{12})과 일정 각도(θ)를 가지는 복수 개의 단면($S_1, S_2, \dots, S_5$)으로부터 복수 개의 신호 세기 프로파일이 획득될 수 있다. 도 11에서는 같은 간격을 가지는 5개의 단면으로부터 5개의 신호 세기 프로파일이 획득된 것을 예시하였으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [95] 한 명의 대상자에게서 복수 개의 신호 세기 프로파일을 획득한 경우, 각각의 신호 세기 프로파일은 판별 모델에 입력될 수 있다. 판별 모델은 각각의 입력에 대한 출력값을 출력할 수 있다. 이후, 제어부(1100)는 각 출력값을 평균한 값을 기초로 하여 혈전의 종류를 판별할 수 있고, 판별한 결과를 출력부(1200)에 전달할 수 있다. 이처럼 한 대상자에 대해 복수 개의 신호 세기 프로파일을 이용하는 경우, 입력 데이터 중 이상치(outlier)에 의해 혈전 종류가 잘못 판별되는 것을 방지할 수 있어, 판별 정확도가 향상될 수 있다.
- [96] 도 12는 입력 단계 및 출력 단계를 나타낸 그림이다. 입력 데이터 획득

단계(S220) 이후에는, 입력 데이터를 미리 학습된 판별 모델에 입력하는 입력 단계(S230) 및 판별 모델의 최종 출력값을 기초로, 혈전의 종류를 판별해 출력하는 출력 단계(S240)가 수행된다. 이때 최종 출력값은 도 11에서 서술한 평균값을 의미할 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

- [97] 도 12를 참조하면, 판별 모델은 대상자의 혈전이 특정 종류의 혈전인지 아닌지(예컨대, 심방세동에 의한 혈전인지)를 판단하도록 학습된 바이너리 분류(binary classification) 모델일 수 있다. 이 경우, 판별 모델은 신호 세기 프로파일을 입력으로 받아, 스칼라(scalar)값을 출력할 수 있다. 이때 출력된 스칼라값이 특정 값(T, threshold) 이상인 경우에, 제어부(1100)는 대상자의 혈전이 특정 종류의 혈전(A)인지 아닌지(non-A)를 판단하여 출력부(1200)에 전달할 수 있다. 이때 상기 특정 값(T)은 판별 모델을 학습시키는 단계에서 판별 모델의 예측 정확도를 가장 높게 하는 값으로 설정될 수 있다.
- [98] 출력부(1200)에 의해 혈전의 종류를 출력하는 출력 단계(S240)가 완료되면, 사용자는 출력된 혈전 종류 판별 결과를 바탕으로 대상자의 치료 방안을 결정할 수 있다.
- [99] <MATLAB을 이용한 실시예>
- [100] 이하에서는 실시예를 통하여 본 발명의 구성 및 효과를 더욱 상세히 설명한다. 후술하는 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [101] 본 발명의 일 실시예에서는 MATLAB (Mathworks 社, MA, 미국)을 이용하여 혈전 종류를 판별하는 프로그램을 개발하였다. 이때 기계 학습에는 Random forest 모델이 활용되었다. Random forest 모델의 파라미터는 각각 tree의 개수 = 11, tree의 깊이 = 15, k-fold cross-validation의 k=10으로 설정되었다.
- [102] 본 발명의 일 실시예에서는 뇌경색 환자인 52명의 데이터 제공자에게서 총 1624개의 학습용 입력 데이터를 추출하였고, 15명의 데이터 제공자로부터 얻은 데이터를 통해 판별 모델의 외적 검증(external validation)을 실시하였다.
- [103] 도 13은 심방세동에 의한 혈전 및 심방세동에 의하지 않은 혈전을 각각 가지는 대상자의 자기공명영상 데이터 및 신호 세기 프로파일을 나타낸 그림이다. 도 13의 (a)의 대상자는 심방세동에 의한 혈전을 가졌으며, (b)의 대상자는 다른 원인에 의한 혈전을 가지고 있었다. 본 발명의 일 실시예에서는 대상자의 혈전 종류를 판별하기 위해, 혈전 영역을 지나는 5개의 단면 선으로부터 얻은 5개의 신호 세기 프로파일을 판별 모델에 각각 입력하였다.
- [104] 이때, 신호 세기 프로파일 그래프에서 혈전 영역에 대응하는 가운데 영역(픽셀 10~20 부근 영역)에서 심방세동 혈전(a)의 경우 신호 세기가 크고 작은 구간이 대체로 두 번 반복됨을 확인할 수 있다. 반면, 다른 원인에 의한 혈전(b)의 경우 되지만 가운데 영역에서 피크(peak)가 대체로 하나만 발견된다. 따라서 예컨대 판별 모델은 신호 세기 프로파일이 혈전 영역에서 크게 2개의 피크(peak)를 가지는지를 '학습'할 수 있고, 이와 같은 특징을 혈전이 심방세동에 의한

것인지를 판단하는 기준으로 활용할 수 있다. 한편, 판별 모델은 상술한 것 외에도 심방세동 혈전의 신호 세기 프로파일의 다른 특징을 '학습'할 수 있다.

[105] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 장치(1000)를 이용한 혈전 종류 판별 결과를 나타낸 그림이다. 본 발명의 일 실시예에서는 사용자가 지정한 혈전 영역 내의 제1점 및 제2점을 지나는 선분과 수직인 5개의 단면의 신호 세기 프로파일 그래프를 각각 판별 모델에 입력하고, 5개의 출력값을 평균하여 최종값을 얻었다. 이때 최종값이 특정 값($T: 0.27$)보다 큰 경우에는 '심방세동으로 인한 혈전'인 것으로 설정하였다. 도 14를 참조하면, 실제로 심방세동에 의한 혈전인 것으로 확인된 대상자들의 평균값은 크게 나타나고, 심방세동 혈전이 아닌 것으로 확인된 대상자들의 평균값은 작게 나타남을 확인할 수 있다.

[106] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 판별 모델의 수신자 조작 특성(ROC, Receiver Operating Characteristic) 그래프이다. 본 발명의 일 실시예에서는, 외적 검증용 데이터($n=15$)를 통해 ROC 그래프의 AUC(area under the curve) 값을 구해 판별 모델의 성능을 확인하였다. 이때 사용자에게 의해 지정되는 제1점과 제2점은 두 번 다르게 선택되었다. 첫 번째 검증(a)에서는 ROC 그래프의 아래 면적인 AUC가 0.93이었고, 두 번째 검증(b)에서는 AUC가 0.97이었다. 두 번의 검증에서 AUC 값이 모두 높게 나타나, 혈전 종류 판별 방법 및 장치의 성능이 우수함을 확인하였다.

[107] 도 16은 특정 대상자의 혈전이 제거되기 전후의 자기공명영상 및 혈전 영역의 단면에서의 신호 세기 프로파일을 예시한 그림이다. (a)를 참조하면, 심방세동에 의한 혈전으로 인해 뇌경색이 발생하였던 특정 대상자에게 동맥 내 혈전용해술(IAT, intraarterial thrombolysis)을 수행하기 전, 신호 세기 프로파일의 가운데 영역(픽셀 5~13)의 신호는 2개의 피크(peak)가 나타나는 패턴을 보였다. (b)를 참조하면, IAT를 수행한 후의 혈전의 신호 세기 프로파일의 가운데 영역은 이러한 패턴이 없이 전체적으로 신호가 감소하였음을 확인할 수 있다. 즉 상기 환자의 경우 IAT에 의해 혈전이 잘 제거되었음을 알 수 있다. 이처럼 본 발명의 혈전 종류 판별 방법은 치료 결과 및 치료 후의 예후를 예측하는 데도 활용할 수 있다.

[108]

[109] 이하에서는 제어부(1100)의 일 실시예를 구체적으로 서술한다.

[110] 도 17은 일 실시예에 따른 제어부(1100)의 블록도이다.

[111] 도 17을 참조하면, 일 실시예에 따른 제어부(1100)는 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120)를 포함할 수 있다.

[112] 데이터 학습부(1110)는 혈전 종류를 판별하는 기준을 학습할 수 있다. 일 실시예에서 데이터 학습부(1110)는 데이터 학습부(1110)에 입력된 학습용 입력 데이터를 이용하여 소정의 기준을 학습할 수 있다. 데이터 학습부(1110)는 특히 신호 세기 프로파일의 형태가 혈전의 종류마다 어떻게 다른지를 학습할 수 있다.

- [113] 데이터 인식부(1120)는 데이터에 기초하여 혈전의 종류를 판별할 수 있다. 데이터 인식부(1120)는 학습된 데이터 인식 모델을 이용하여, 소정의 데이터로부터 혈전의 종류를 판별할 수 있다. 데이터 인식부(1120)는 학습에 의한 기 설정된 기준에 따라 소정의 데이터를 획득하고, 획득된 데이터를 입력 값으로 하여 데이터 인식 모델을 이용함으로써, 소정의 데이터에 기초하여 혈전의 종류를 판별할 수 있다. 또한, 획득된 데이터를 입력 값으로 하여 데이터 인식 모델에 의해 출력된 결과 값은 데이터 인식 모델을 갱신하는데 이용될 수 있다.
- [114] 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120) 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.
- [115] 이 경우, 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120)는 하나의 전자 장치에 탑재될 수도 있으며, 또는 별개의 전자 장치들에 각각 탑재될 수도 있다. 예를 들어, 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120) 중 하나는 전자 장치에 포함되고, 나머지 하나는 서버에 포함될 수 있다. 또한, 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120)는 유선 또는 무선으로 통하여, 데이터 학습부(1110)가 구축한 모델 정보를 데이터 인식부(1120)로 제공할 수도 있고, 데이터 인식부(1120)로 입력된 데이터가 추가 학습 데이터로서 데이터 학습부(1110)로 제공될 수도 있다.
- [116] 한편, 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120) 중 적어도 하나는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 데이터 학습부(1110) 및 데이터 인식부(1120) 중 적어도 하나가 소프트웨어 모듈(또는, 명령(instruction)을 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.
- [117] 도 18은 일 실시예에 따른 데이터 학습부(1110)의 블록도이다.
- [118] 도 18을 참조하면, 일부 실시예에 따른 데이터 학습부(1110)는 데이터 획득부(1111), 전처리부(1112), 학습 데이터 선택부(1113), 모델 학습부(1114) 및 모델 평가부(1115)를 포함할 수 있다.
- [119] 데이터 획득부(1111)는 외부의 자기공명영상 장치 또는 기 저장되어 있던 의료 데이터베이스(DB)에서 자기공명영상 데이터를 수신할 수 있다.

- [120] 전처리부(1112)는 혈전 종류를 판별하기 위한 학습/트레이닝에 획득된 데이터가 이용될 수 있도록, 획득된 데이터를 전처리할 수 있다.
전처리부(1112)는 후술할 모델 학습부(1114)가 혈전 종류를 판별하기 위한 학습을 위하여 획득된 데이터를 이용할 수 있도록, 획득된 데이터를 기 설정된 포맷으로 가공할 수 있다. 예를 들어, 전처리부(1112)는 입력된 자기공명영상으로부터 학습용 입력 데이터 및 입력 데이터를 추출/생성하고, 신호 세기 프로파일 그래프를 정규화(normalization)하는 작업을 수행할 수 있다.
- [121] 학습 데이터 선택부(1113)는 전처리된 데이터 중에서 학습에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 선택된 데이터는 모델 학습부(1114)에 제공될 수 있다. 학습 데이터 선택부(1113)는 기설정된 기준에 따라, 전처리된 데이터 중에서 학습에 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 또한, 학습 데이터 선택부(1113)는 후술할 모델 학습부(1114)에 의한 학습에 의해 기설정된 기준에 따라 데이터를 선택할 수도 있다.
- [122] 모델 학습부(1114)는 상술한 '판별 모델'에 대응할 수 있는 구성요소로, 학습 데이터에 기초하여 혈전 종류를 어떻게 판별할지에 관한 기준을 학습할 수 있다. 또한, 모델 학습부(1114)는 혈전 종류를 판별하기 위하여 어떤 학습 데이터를 이용해야 하는지에 대한 기준을 학습할 수도 있다.
- [123] 또한, 모델 학습부(1114)는 혈전 종류를 판별하는데 이용되는 데이터 인식 모델을 학습 데이터를 이용하여 학습시킬 수 있다. 이 경우, 데이터 인식 모델은 미리 구축된 모델일 수 있다.
- [124] 데이터 인식 모델은, 인식 모델의 적용 분야, 학습의 목적 또는 장치의 컴퓨터 성능 등을 고려하여 구축될 수 있다. 데이터 인식 모델은, 예를 들어, 신경망(Neural Network)을 기반으로 하는 모델일 수 있다. 예컨대, DNN(Deep Neural Network), CNN(Convolutional Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network)과 같은 모델이 데이터 인식 모델로서 사용될 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [125] 다양한 실시예에 따르면, 모델 학습부(1114)는 미리 구축된 데이터 인식 모델이 복수 개가 존재하는 경우, 입력된 학습 데이터와 기본 학습 데이터의 관련성이 큰 데이터 인식 모델을 학습할 데이터 인식 모델로 결정할 수 있다. 이 경우, 기본 학습 데이터는 데이터의 타입 별로 기 분류되어 있을 수 있으며, 데이터 인식 모델은 데이터의 타입 별로 미리 구축되어 있을 수 있다. 예를 들어, 기본 학습 데이터는 학습 데이터가 생성된 지역, 학습 데이터가 생성된 시간, 학습 데이터의 크기, 학습 데이터의 장르, 학습 데이터의 생성자, 학습 데이터 내의 오브젝트의 종류 등과 같은 다양한 기준으로 기 분류되어 있을 수 있다.
- [126] 또한, 모델 학습부(1114)는, 예를 들어, 오류 역전파법(error back-propagation) 또는 경사 하강법(gradient descent)을 포함하는 학습 알고리즘 등을 이용하여 데이터 인식 모델을 학습시킬 수 있다.
- [127] 또한, 모델 학습부(1114)는, 예를 들어, 학습 데이터를 입력 값으로 하는 지도

학습(supervised learning)을 통하여, 데이터 인식 모델을 학습시킬 수 있다. 또한, 모델 학습부(1114)는, 예를 들어, 별다른 지도없이 혈전의 종류를 판별하기 위해 필요한 데이터의 종류를 스스로 학습함으로써, 혈전의 종류를 판별하기 위한 기준을 발견하는 비지도 학습(unsupervised learning)을 통하여, 데이터 인식 모델을 학습시킬 수 있다. 또한, 모델 학습부(1114)는, 예를 들어, 학습에 따른 혈전 종류 판별 결과가 올바른지에 대한 피드백을 이용하는 강화 학습(reinforcement learning)을 통하여, 데이터 인식 모델을 학습시킬 수 있다.

- [128] 또한, 데이터 인식 모델이 학습되면, 모델 학습부(1114)는 학습된 데이터 인식 모델을 저장할 수 있다. 이 경우, 모델 학습부(1114)는 학습된 데이터 인식 모델을 데이터 인식부(1120)를 포함하는 전자 장치의 메모리에 저장할 수 있다. 또는, 모델 학습부(1114)는 학습된 데이터 인식 모델을 후술할 데이터 인식부(1120)를 포함하는 전자 장치의 메모리에 저장할 수 있다. 또는, 모델 학습부(1114)는 학습된 데이터 인식 모델을 전자 장치와 유선 또는 무선 네트워크로 연결되는 서버의 메모리에 저장할 수도 있다.
- [129] 이 경우, 학습된 데이터 인식 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.
- [130] 모델 평가부(1115)는 데이터 인식 모델에 평가 데이터를 입력하고, 평가 데이터로부터 출력되는 인식 결과가 소정 기준을 만족하지 못하는 경우, 모델 학습부(1114)로 하여금 다시 학습하도록 할 수 있다. 이 경우, 평가 데이터는 데이터 인식 모델을 평가하기 위한 기설정된 데이터일 수 있다.
- [131] 예를 들어, 모델 평가부(1115)는 평가 데이터에 대한 학습된 데이터 인식 모델의 인식 결과 중에서, 인식 결과가 정확하지 않은 평가 데이터의 개수 또는 비율이 미리 설정된 임계치를 초과하는 경우 소정 기준을 만족하지 못한 것으로 평가할 수 있다. 예컨대, 소정 기준이 비율 2%로 정의되는 경우, 학습된 데이터 인식 모델이 총 1000개의 평가 데이터 중의 20개를 초과하는 평가 데이터에 대하여 잘못된 인식 결과를 출력하는 경우, 모델 평가부(1115)는 학습된 데이터 인식 모델이 적합하지 않은 것으로 평가할 수 있다.
- [132] 한편, 학습된 데이터 인식 모델이 복수 개가 존재하는 경우, 모델 평가부(1115)는 각각의 학습된 데이터 인식 모델에 대하여 소정 기준을 만족하는지를 평가하고, 소정 기준을 만족하는 모델을 최종 데이터 인식 모델로서 결정할 수 있다. 이 경우, 소정 기준을 만족하는 모델이 복수 개인 경우, 모델 평가부(1115)는 평가 점수가 높은 순으로 미리 설정된 어느 하나 또는 소정 개수의 모델을 최종 데이터 인식 모델로서 결정할 수 있다.
- [133] 한편, 데이터 학습부(1110) 내의 데이터 획득부(1111), 전처리부(1112), 학습 데이터 선택부(1113), 모델 학습부(1114) 및 모델 평가부(1115) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(1111), 전처리부(1112), 학습 데이터 선택부(1113), 모델

학습부(1114) 및 모델 평가부(1115) 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.

- [134] 또한, 데이터 획득부(1111), 전처리부(1112), 학습 데이터 선택부(1113), 모델 학습부(1114) 및 모델 평가부(1115)는 하나의 전자 장치에 탑재될 수도 있으며, 또는 별개의 전자 장치들에 각각 탑재될 수도 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(1111), 전처리부(1112), 학습 데이터 선택부(1113), 모델 학습부(1114) 및 모델 평가부(1115) 중 일부는 전자 장치에 포함되고, 나머지 일부는 서버에 포함될 수 있다.
- [135] 또한, 데이터 획득부(1111), 전처리부(1112), 학습 데이터 선택부(1113), 모델 학습부(1114) 및 모델 평가부(1115) 중 적어도 하나는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 데이터 획득부(1111), 전처리부(1112), 학습 데이터 선택부(1113), 모델 학습부(1114) 및 모델 평가부(1115) 중 적어도 하나가 소프트웨어 모듈(또는, 명령(instruction)을 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.
- [136] 도 19는 일 실시예에 따른 데이터 인식부(1120)의 블록도이다.
- [137] 도 19를 참조하면, 일부 실시예에 따른 데이터 인식부(1120)는 데이터 획득부(1121), 전처리부(1122), 인식 데이터 선택부(1123), 인식 결과 제공부(1124) 및 모델 갱신부(1125)를 포함할 수 있다.
- [138] 데이터 획득부(1121)는 혈전 종류를 판별하기 위해 필요한 데이터를 획득할 수 있으며, 전처리부(1122)는 획득된 데이터가 이용될 수 있도록 획득된 데이터를 전처리할 수 있다. 전처리부(1122)는 후술할 인식 결과 제공부(1124)가 혈전 종류를 예측하기 위하여 획득된 데이터를 이용할 수 있도록, 획득된 데이터를 기설정된 포맷으로 가공할 수 있다.
- [139] 인식 데이터 선택부(1123)는 전처리된 데이터 중에서 혈전 종류를 판별하는데 필요한 데이터를 선택할 수 있다. 선택된 데이터는 인식 결과 제공부(1124)에 제공될 수 있다. 인식 데이터 선택부(1123)는 혈전 종류를 판별하기 위한 기설정된 기준에 따라, 전처리된 데이터 중에서 일부 또는 전부를 선택할 수 있다. 또한, 인식 데이터 선택부(1123)는 후술할 모델 학습부(1114)에 의한 학습에 의해 기 설정된 기준에 따라 데이터를 선택할 수도 있다.
- [140] 인식 결과 제공부(1124)는 선택된 데이터를 데이터 인식 모델에 적용하여 혈전

종류를 예측할 수 있다. 인식 결과 제공부(1124)는 데이터의 인식 목적에 따른 인식 결과를 제공할 수 있다. 인식 결과 제공부(1124)는 인식 데이터 선택부(1123)에 의해 선택된 데이터를 입력 값으로 이용함으로써, 선택된 데이터를 데이터 인식 모델에 적용할 수 있다. 또한, 인식 결과는 데이터 인식 모델에 의해 결정될 수 있다.

[141] 모델 갱신부(1125)는 인식 결과 제공부(1124)에 의해 제공되는 인식 결과에 대한 평가에 기초하여, 데이터 인식 모델이 갱신되도록 할 수 있다. 예를 들어, 모델 갱신부(1125)는 인식 결과 제공부(1124)에 의해 제공되는 인식 결과를 모델 학습부(1114)에게 제공함으로써, 모델 학습부(1114)가 데이터 인식 모델을 갱신하도록 할 수 있다.

[142] 한편, 데이터 인식부(1120) 내의 데이터 획득부(1121), 전처리부(1122), 인식 데이터 선택부(1123), 인식 결과 제공부(1124) 및 모델 갱신부(1125) 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(1121), 전처리부(1122), 인식 데이터 선택부(1123), 인식 결과 제공부(1124) 및 모델 갱신부(1125) 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.

[143] 또한, 데이터 획득부(1121), 전처리부(1122), 인식 데이터 선택부(1123), 인식 결과 제공부(1124) 및 모델 갱신부(1125)는 하나의 전자 장치에 탑재될 수도 있으며, 또는 별개의 전자 장치들에 각각 탑재될 수도 있다. 예를 들어, 데이터 획득부(1121), 전처리부(1122), 인식 데이터 선택부(1123), 인식 결과 제공부(1124) 및 모델 갱신부(1125) 중 일부는 전자 장치에 포함되고, 나머지 일부는 서버에 포함될 수 있다.

[144] 또한, 데이터 획득부(1121), 전처리부(1122), 인식 데이터 선택부(1123), 인식 결과 제공부(1124) 및 모델 갱신부(1125) 중 적어도 하나는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 데이터 획득부(1121), 전처리부(1122), 인식 데이터 선택부(1123), 인식 결과 제공부(1124) 및 모델 갱신부(1125) 중 적어도 하나가 소프트웨어 모듈(또는, 명령(instruction)을 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.

[145] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 혈전 종류 판별 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성할 수 있고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여

상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)와 같은 저장매체를 포함한다.

- [146] 본 발명의 일 실시예에 따른 기계 학습을 이용한 혈전 종류 판별 방법, 장치, 프로그램에 의하면, 객관적으로 정량적인 방식으로 혈전의 종류를 판별할 수 있어 정성적인 방법으로 혈전 종류를 판별할 때 관찰자 내 차이 및 관찰자 간 차이(intra- & inter-observer variability)가 높은 문제를 해결할 수 있다. 또한, 비침습적인 방식으로 혈전의 종류를 수 분 내로 빠르게 파악할 수 있어, 대상자의 치료 방안을 신속하게 결정하는 데 도움을 줄 수 있다. 이를 통해 뇌경색 등 비가역적으로 뇌에 손상을 줄 수 있는 뇌혈관 폐색 증상을 신속하게 치료하여 재개통의 확률을 증가시킬 수 있어 치료 효과를 높일 수 있다. 이뿐만 아니라, 선별적인 검사가 시행되도록 하여 의료비 부담을 경감할 수 있게 된다.
- [147] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

[148]

산업상 이용가능성

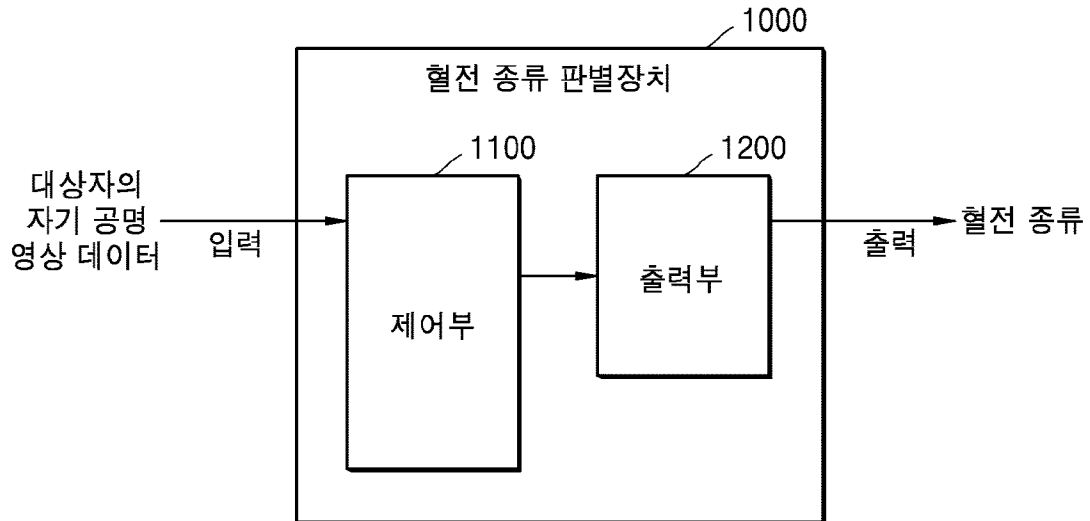
- [149] 본 발명은 혈전 종류 판별 방법, 장치 및 프로그램에 관한 것으로, 진단 및 치료 장치 산업에 이용될 수 있다.

청구범위

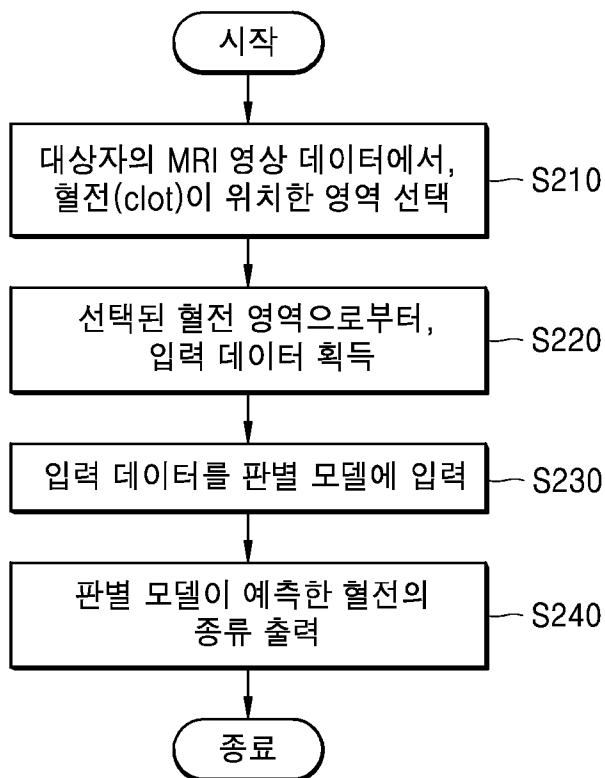
- [청구항 1] 특정 대상자의 자기공명영상(MRI) 데이터에서, 상기 특정 대상자의 혈전(clot)이 위치하는 것으로 추정되는 혈전 영역을 선택하는 혈전 영역 선택 단계;
상기 선택된 혈전 영역으로부터, 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에 입력할 입력 데이터를 생성하는 입력 데이터 획득 단계;
상기 입력 데이터를, 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에 입력하는 입력 단계; 및
상기 판별 모델의 출력값을 기초로, 상기 혈전의 종류를 판별하여 출력하는 출력 단계;를 포함하며,
상기 판별 모델은,
복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 학습용 입력 데이터와 혈전 종류의 상관관계를 표현하는 입출력함수인, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 자기공명영상 데이터는, 경사 에코(GRE, gradient echo) 영상 데이터를 포함하는, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 자기공명영상 데이터는, 자화율 강조 영상(SWI: susceptibility weighted imaging) 데이터를 포함하는, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 판별 모델은,
상기 특정 대상자의 상기 혈전이 적색 혈전(red clot)을 포함하는지를 판단하는, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 판별 모델은,
상기 특정 대상자의 상기 혈전이 심방세동(Afib, atrial fibrillation)으로 인한 혈전인지를 판단하는, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 혈전 영역 선택 단계 전에,
상기 판별 모델을 트레이닝하는 단계를 더 포함하는, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 학습용 입력 데이터는,
상기 복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터의 혈전 영역 내의 제1점과 제2점을 잇는 선분과 일정 각도를 가지는 복수 개의 단면으로부터 얻은 신호 세기 프로파일(intensity profile)을 포함하는, 혈전

- 종류 판별 방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 학습용 입력 데이터는,
상기 신호 세기 프로파일과 좌우 반전(inversion)인 반전 신호 세기
프로파일을 더 포함하는, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 입력 데이터는,
상기 혈전 영역 내의 제1점과 제2점을 잇는 선분과 일정 각도를 가지는
단면으로부터 얻은 신호 세기 프로파일을 포함하는, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 입력 데이터는, 복수 개의 신호 세기 프로파일을 포함하는, 혈전
종류 판별 방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 혈전의 종류를 판별하여 출력하는 출력 단계는,
상기 복수 개의 신호 세기 프로파일 각각을 입력으로 하였을 때 상기 판별
모델의 각각의 출력값을 평균한 값을 기초로 상기 혈전의 종류를
판별하여 출력하는 단계인, 혈전 종류 판별 방법.
- [청구항 12] 특정 대상자의 자기공명영상 데이터를 수신하고, 상기 자기공명영상
데이터 중 상기 특정 대상자의 혈전(clot)이 위치한 영역이 선택되면, 상기
선택된 영역으로부터 상기 혈전의 종류를 추정하기 위한 판별 모델에
입력할 입력 데이터를 생성한 후, 상기 입력 데이터를 상기 판별 모델에
입력하는 제어부;
상기 판별 모델이 출력한 상기 혈전의 종류를 출력하는 출력부;를
포함하며,
상기 판별 모델은,
복수 명의 데이터 제공자의 자기공명영상 데이터로부터 얻은 학습용
입력 데이터와 혈전 분류 데이터의 상관관계를 표현하는 입출력함수인,
혈전 종류 판별 장치.
- [청구항 13] 컴퓨터를 이용하여 제1항 내지 제11항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기
위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

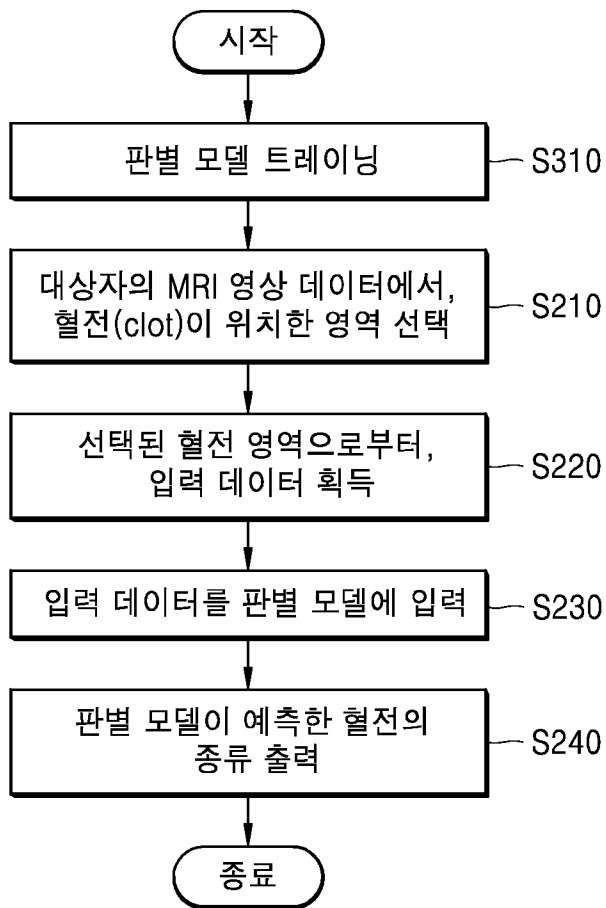
[도1]



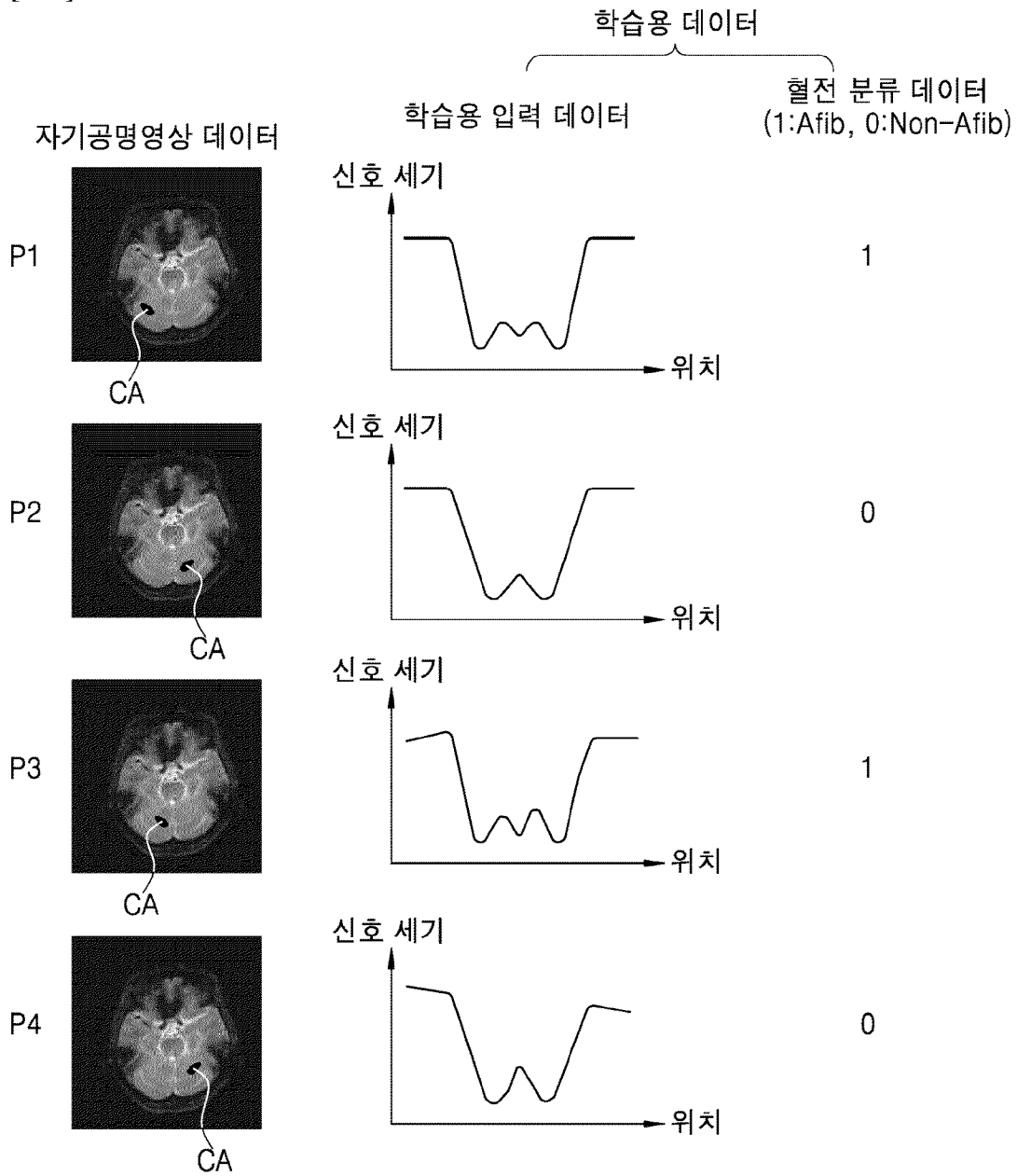
[도2]



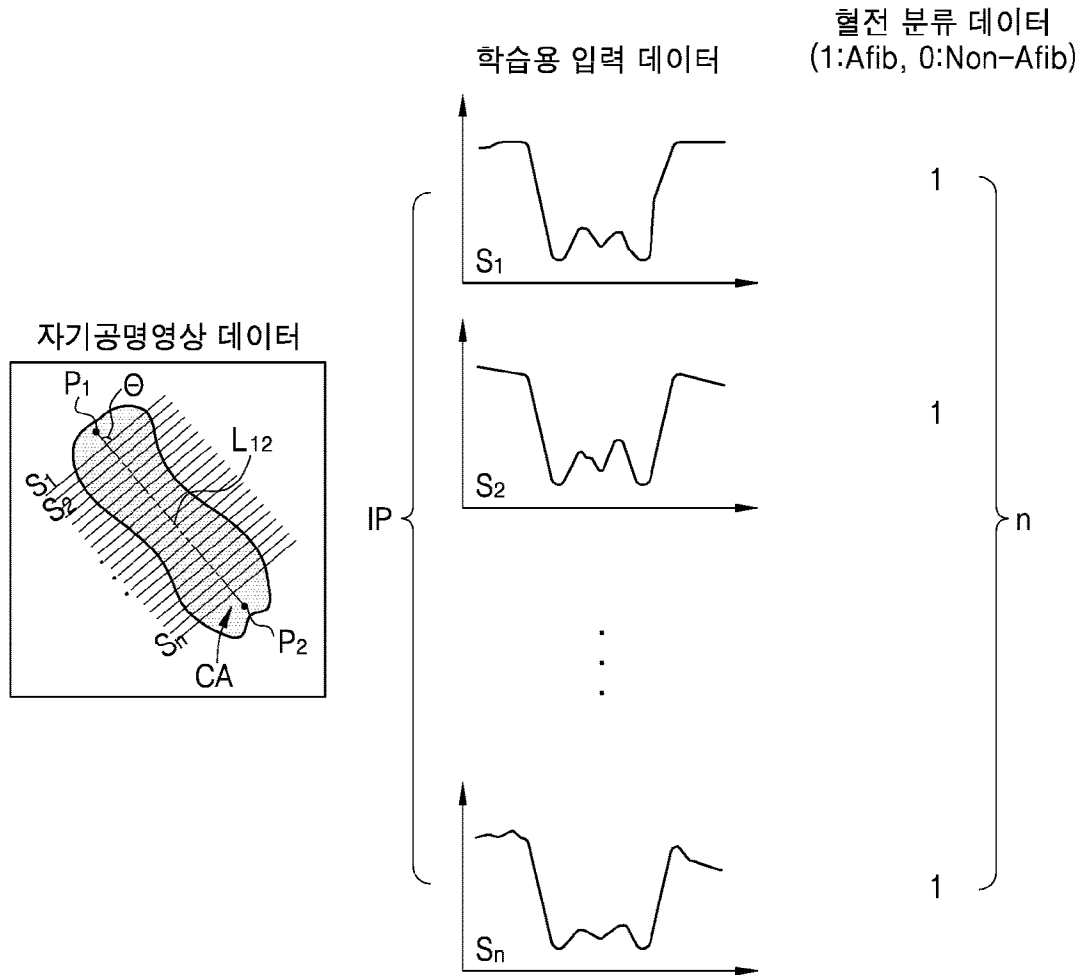
[도3]



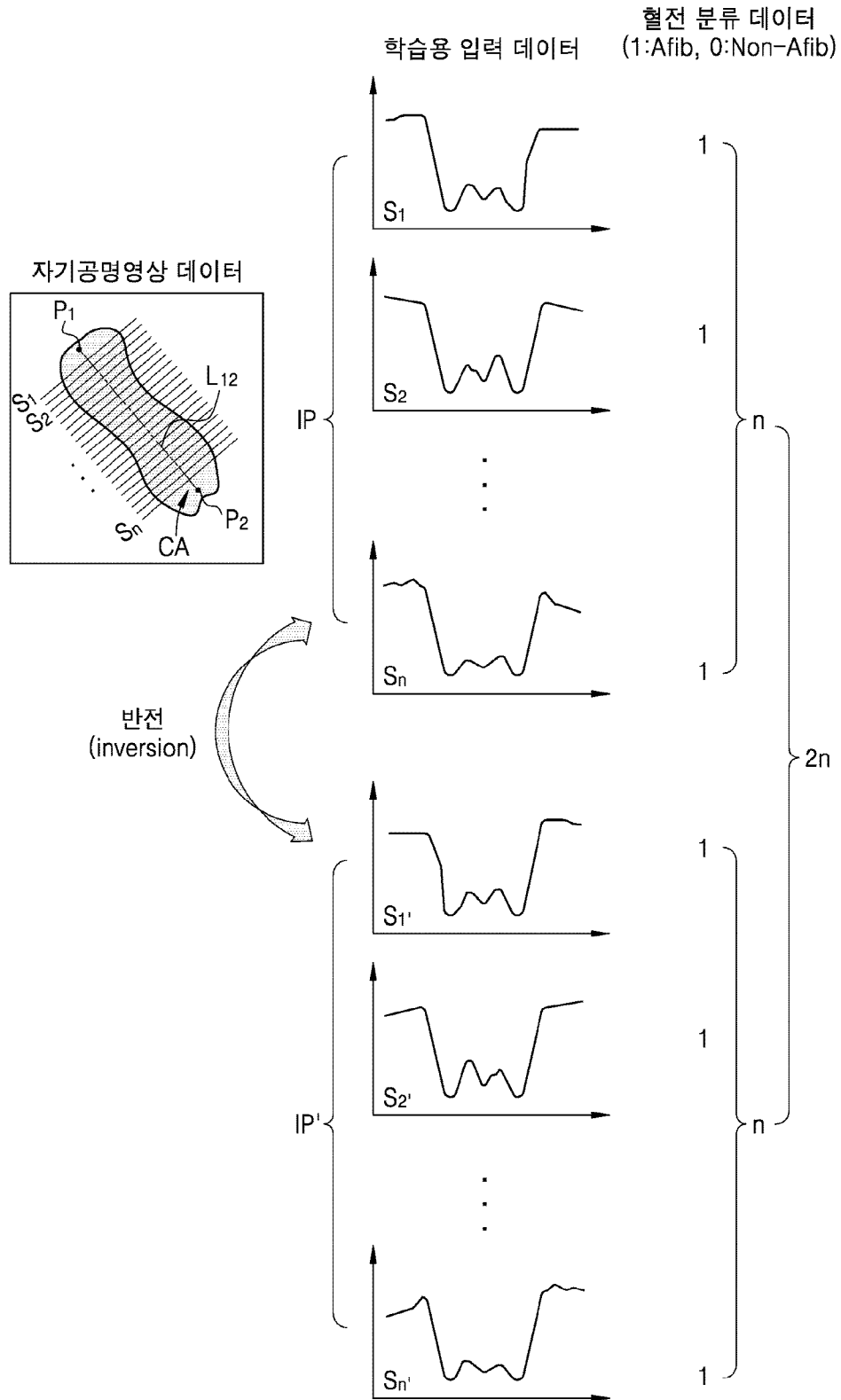
[도4]



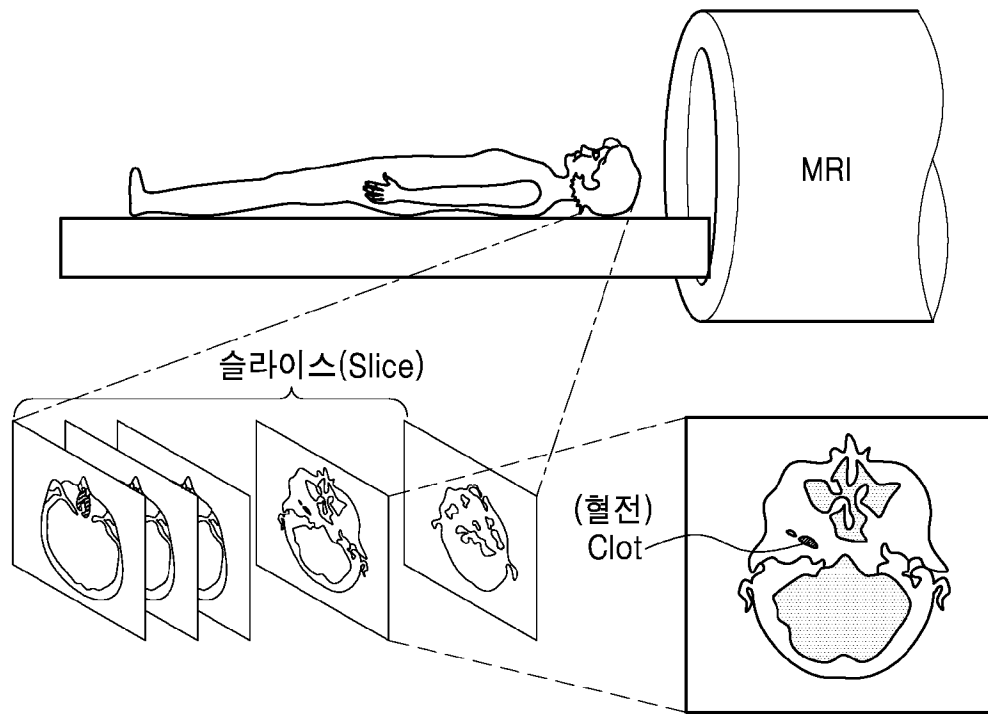
[도5]



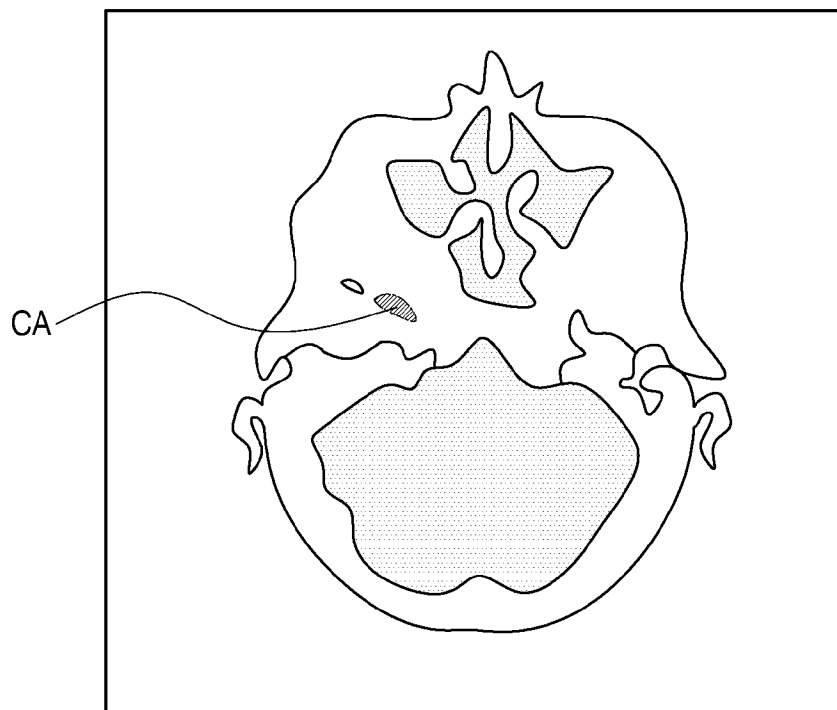
[도6]



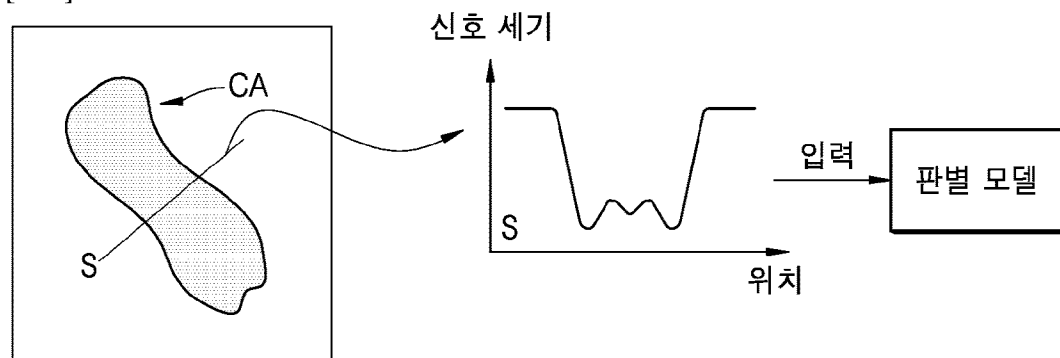
[도7]



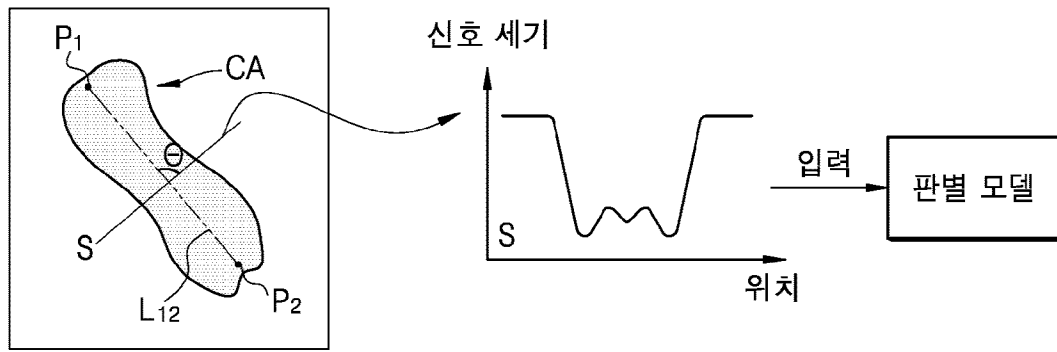
[도8]



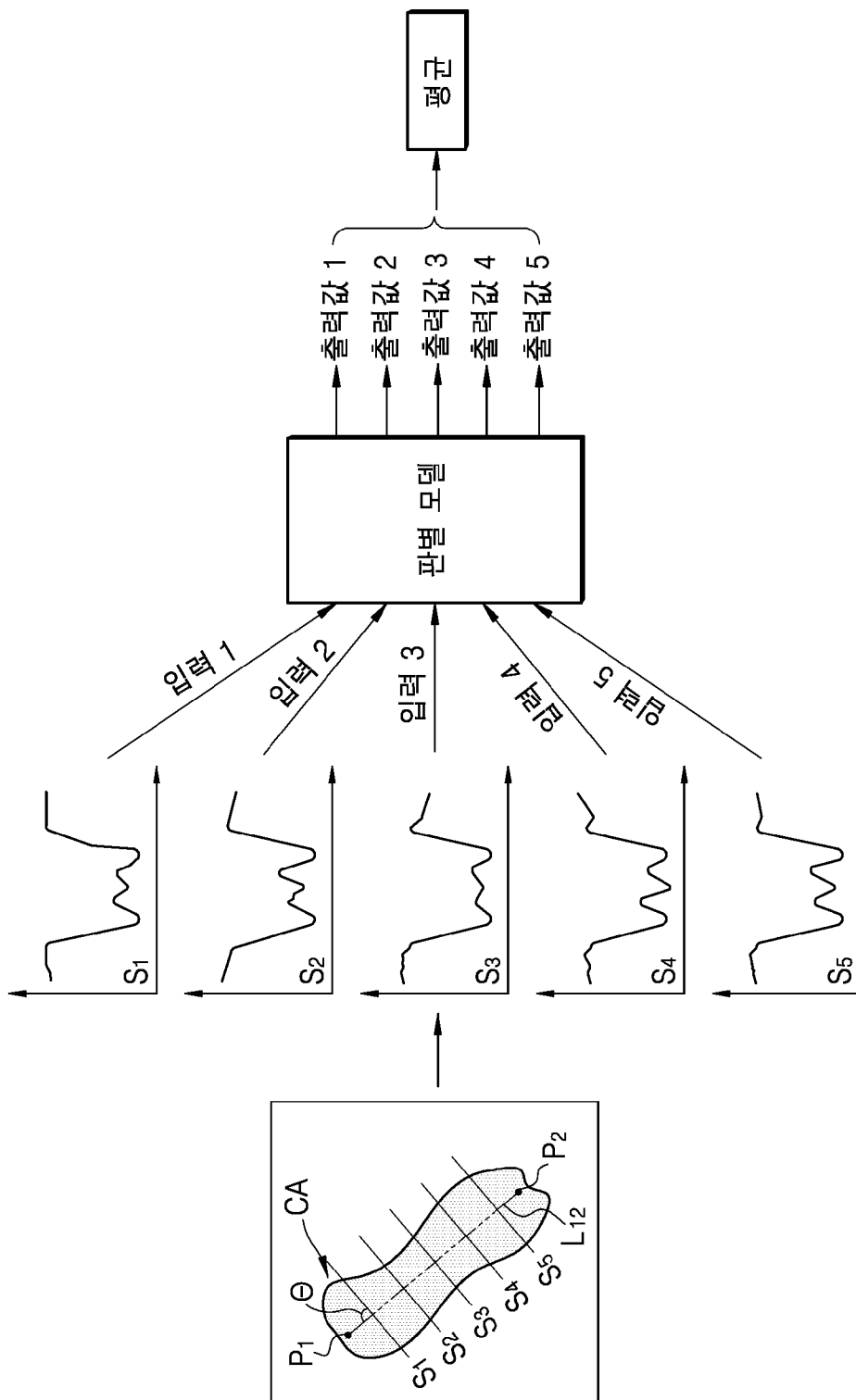
[도9]



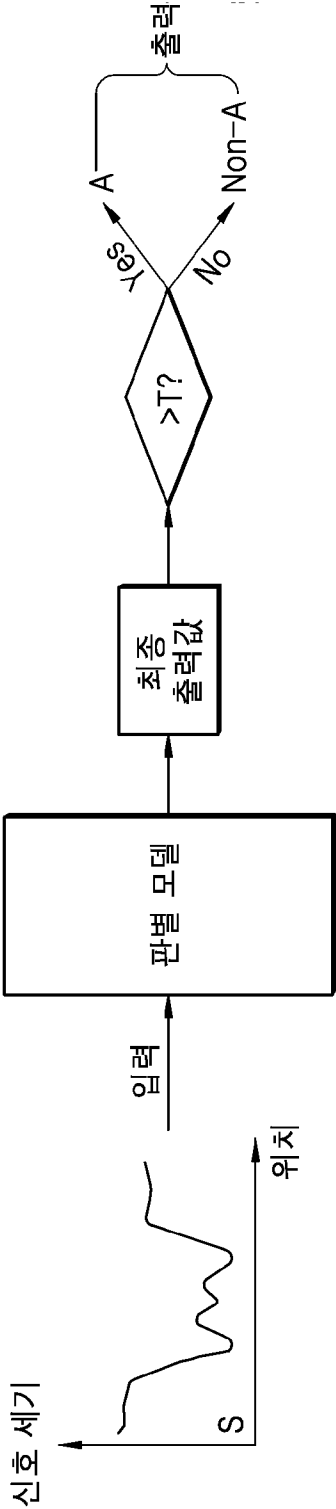
[도10]



[도11]

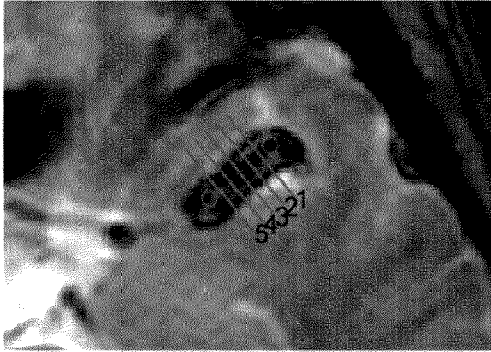


[도12]

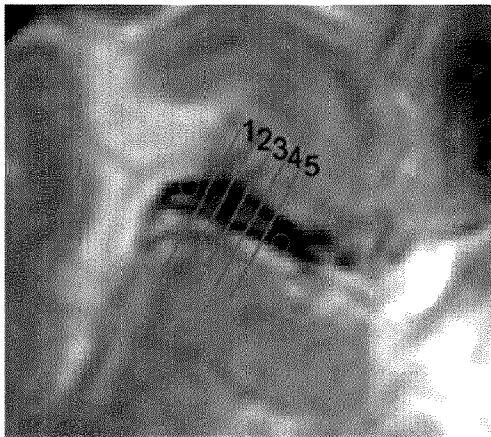


[도13]

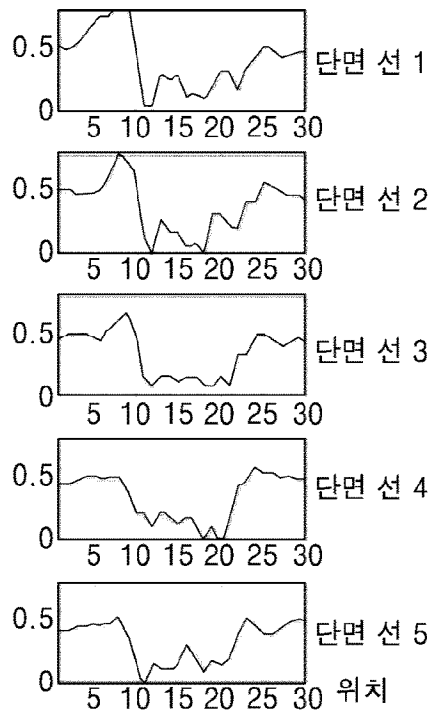
(a)



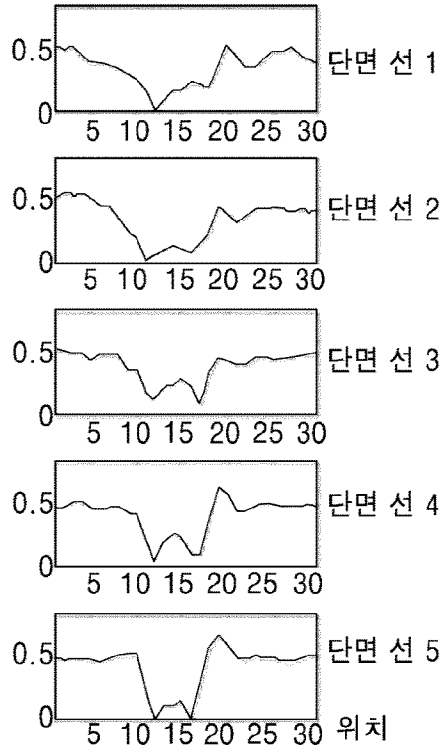
(b)



신호세기

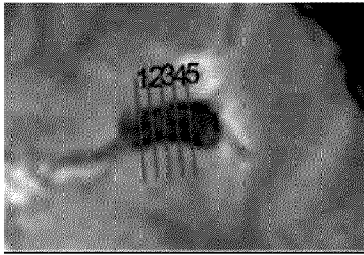


신호세기



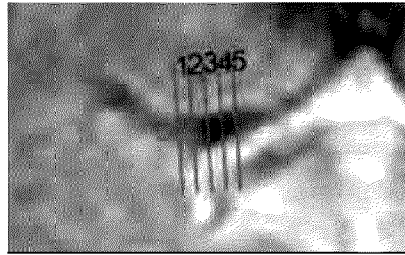
[도14]

(a) 심방세동(Afib)혈전

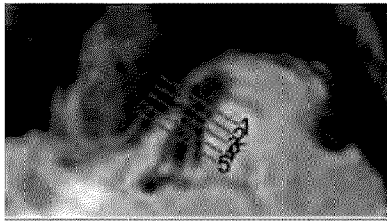


평균값 : 0.56

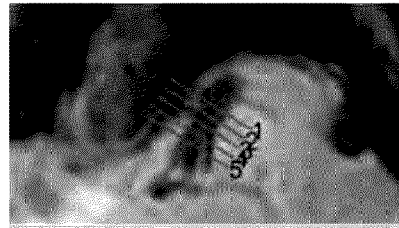
(b) 비 심방세동(Non-Afib)혈전



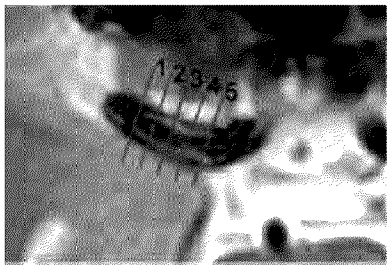
평균값 : 0.09



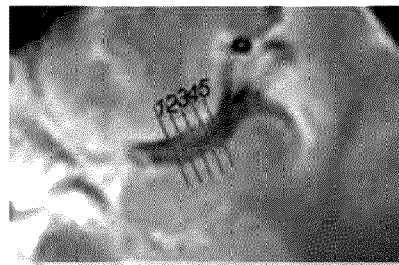
평균값 : 0.82



평균값 : 0.00



평균값 : 0.58

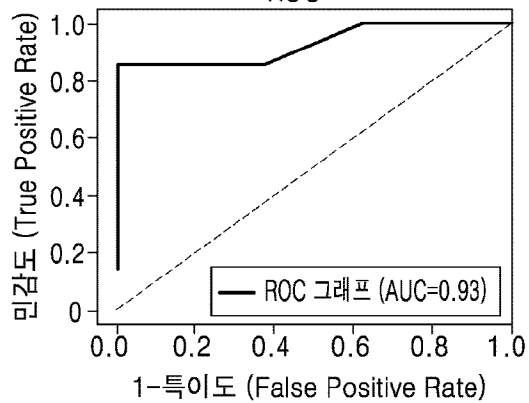


평균값 : 0.09

[도15]

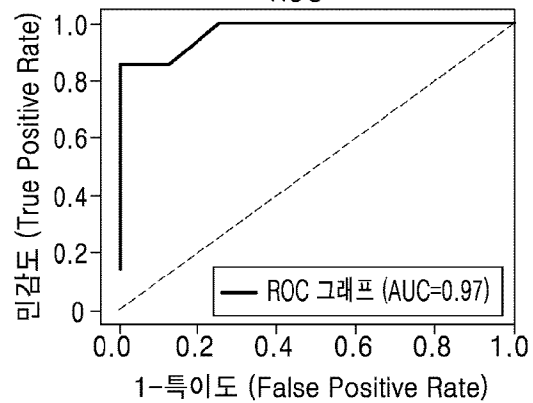
(a)

ROC

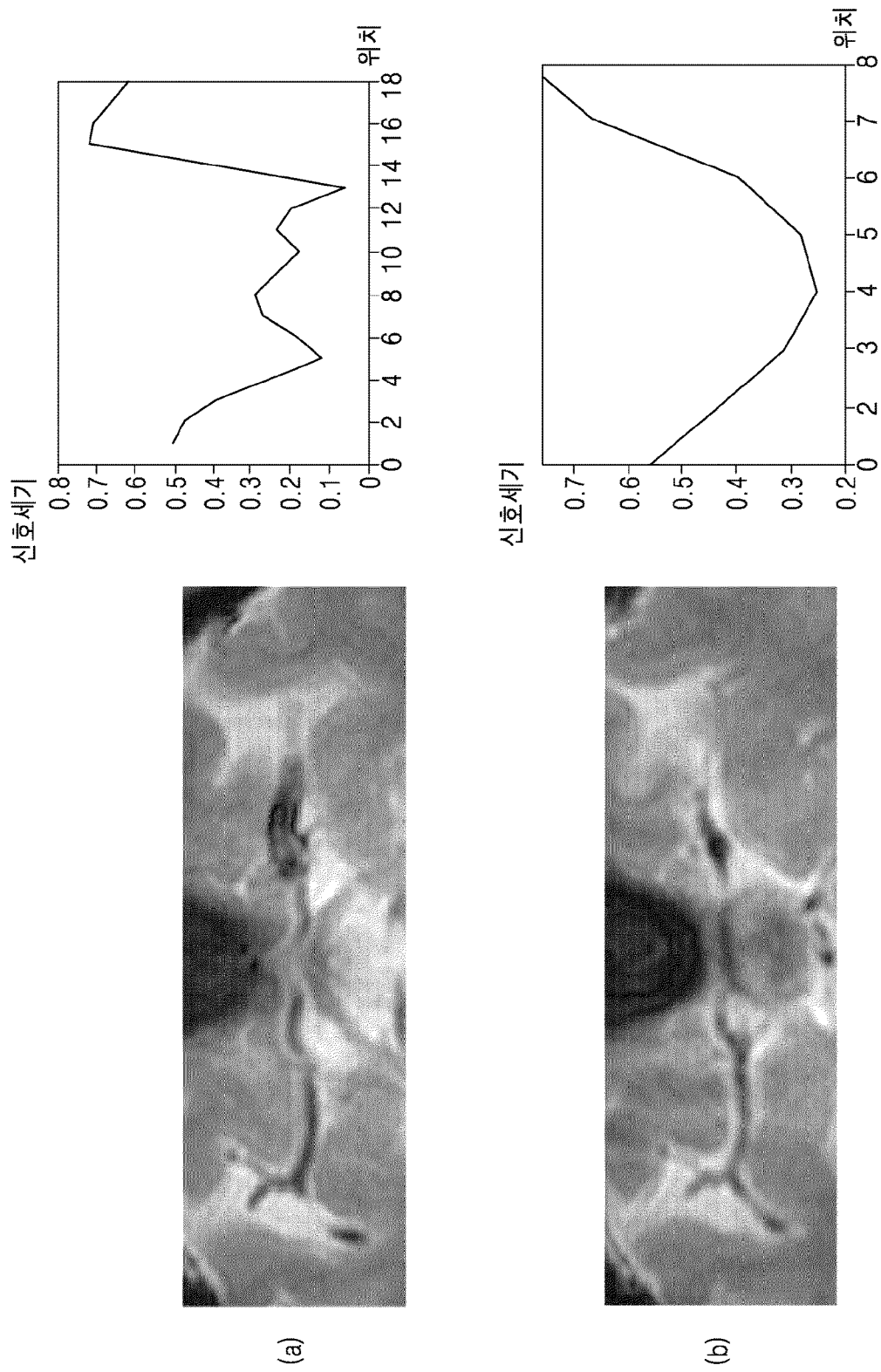


(b)

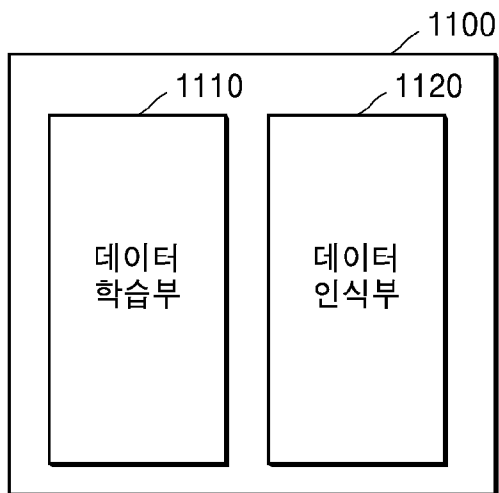
ROC



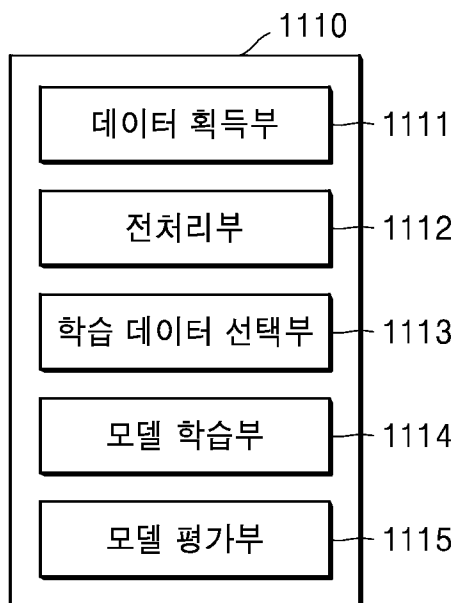
[도16]



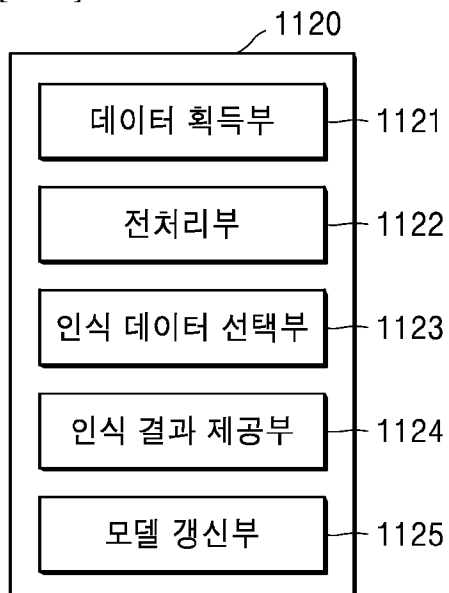
[도17]



[도18]



[도19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/011772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/00(2006.01)i, A61B 5/055(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)

A61B 5/00; A61B 1/00; A61B 6/03; A61B 5/055; A61B 1/04

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: MRI, thrombus, kind, learning, model

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2012-0056312 A (INDUSTRY FOUNDATION OF CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY) 04 June 2012 See paragraphs [16]-[35], claims 6-9 and figures 1-5.	1-13
A	JP 2009-011828 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 22 January 2009 See paragraphs [39]-[45] and figure 4.	1-13
A	JP 2016-503310 A (BEGIN, Elizabeth et al.) 04 February 2016 See claims 1, 4, 5.	1-13
A	JP 2015-208385 A (HITACHI LTD.) 24 November 2015 See claims 1-4, 13 and figures 1-4.	1-13
A	US 7220401 B2 (LANZA et al.) 22 May 2007 See claim 1 and figure 1.	1-13



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

22 JUNE 2018 (22.06.2018)

Date of mailing of the international search report

22 JUNE 2018 (22.06.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-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/KR2017/011772

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0056312 A	04/06/2012	KR 10-1158041 B1	22/06/2012
JP 2009-011828 A	22/01/2009	US 2009-0012382 A1	08/01/2009
JP 2016-503310 A	04/02/2016	CA 2887361 A1	10/04/2014
		EP 2903533 A1	12/08/2015
		US 2014-0100442 A1	10/04/2014
		WO 2014-055917 A1	10/04/2014
JP 2015-208385 A	24/11/2015	JP 6220310 B2	25/10/2017
		US 2017-0042495 A1	16/02/2017
		WO 2015-163089 A1	29/10/2015
US 7220401 B2	22/05/2007	AU 2003-258325 A1	11/03/2004
		AU 2003-258325 B2	11/06/2009
		AU 2004-202725 A1	15/07/2004
		AU 2004-202725 B2	21/12/2006
		AU 4097599 A	12/12/2000
		AU 6179196 A	09/01/1997
		AU 710837 B2	30/09/1999
		AU 771565 B2	25/03/2004
		CA 2222544 A1	27/12/1996
		CA 2222544 C	22/07/2008
		CA 2373993 A1	30/11/2000
		CA 2373993 C	18/11/2008
		CA 2491758 A1	04/03/2004
		DE 69635516 T2	10/08/2006
		EP 0831933 A1	13/07/2005
		EP 0831933 B1	30/11/2005
		EP 1251877 A1	30/10/2002
		EP 1251877 A4	22/07/2009
		EP 1539252 A2	15/06/2005
		ES 2252755 T3	16/05/2006
		JP 2001-527509 A	25/12/2001
		JP 2003-521475 A	15/07/2003
		JP 2005-536537 A	02/12/2005
		JP 4082463 B2	30/04/2008
		US 2002-0168320 A1	14/11/2002
		US 2003-0086867 A1	08/05/2003
		US 2003-0129136 A1	10/07/2003
		US 2007-0202040 A1	30/08/2007
		US 2008-0247943 A1	09/10/2008
		US 5690907 A	25/11/1997
		US 5780010 A	14/07/1998
		US 5958371 A	28/09/1999
		US 5989520 A	23/11/1999
		US 6548046 B1	15/04/2003
		US 6821506 B2	23/11/2004
		US 7186399 B2	06/03/2007

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/011772

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		WO 00-71172 A1	30/11/2000
		WO 2004-017907 A2	04/03/2004
		WO 2004-017907 A3	17/06/2004
		WO 96-41647 A1	27/12/1996

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 5/00(2006.01)i, A61B 5/055(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 5/00; A61B 1/00; A61B 6/03; A61B 5/055; A61B 1/04

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: MRI, 혈전, 종류, 학습, 모델

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2012-0056312 A (전남대학교산학협력단) 2012.06.04 문단번호 [16]-[35], 청구항 6-9 및 도면 1-5 참조.	1-13
A	JP 2009-011828 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2009.01.22 문단번호 [39]-[45] 및 도면 4 참조.	1-13
A	JP 2016-503310 A (BEGIN, ELIZABETH 등) 2016.02.04 청구항 1,4,5 참조.	1-13
A	JP 2015-208385 A (HITACHI LTD.) 2015.11.24 청구항 1-4,13 및 도면 1-4 참조.	1-13
A	US 7220401 B2 (LANZA 등) 2007.05.22 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-13

☐ 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

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

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

“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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 06월 22일 (22.06.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 06월 22일 (22.06.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



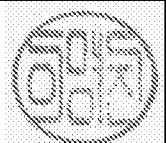
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이명진

전화번호 +82-42-481-8474



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0056312 A	2012/06/04	KR 10-1158041 B1	2012/06/22
JP 2009-011828 A	2009/01/22	US 2009-0012382 A1	2009/01/08
JP 2016-503310 A	2016/02/04	CA 2887361 A1	2014/04/10
		EP 2903533 A1	2015/08/12
		US 2014-0100442 A1	2014/04/10
		WO 2014-055917 A1	2014/04/10
JP 2015-208385 A	2015/11/24	JP 6220310 B2	2017/10/25
		US 2017-0042495 A1	2017/02/16
		WO 2015-163089 A1	2015/10/29
US 7220401 B2	2007/05/22	AU 2003-258325 A1	2004/03/11
		AU 2003-258325 B2	2009/06/11
		AU 2004-202725 A1	2004/07/15
		AU 2004-202725 B2	2006/12/21
		AU 4097599 A	2000/12/12
		AU 6179196 A	1997/01/09
		AU 710837 B2	1999/09/30
		AU 771565 B2	2004/03/25
		CA 2222544 A1	1996/12/27
		CA 2222544 C	2008/07/22
		CA 2373993 A1	2000/11/30
		CA 2373993 C	2008/11/18
		CA 2491758 A1	2004/03/04
		DE 69635516 T2	2006/08/10
		EP 0831933 A1	2005/07/13
		EP 0831933 B1	2005/11/30
		EP 1251877 A1	2002/10/30
		EP 1251877 A4	2009/07/22
		EP 1539252 A2	2005/06/15
		ES 2252755 T3	2006/05/16
		JP 2001-527509 A	2001/12/25
		JP 2003-521475 A	2003/07/15
		JP 2005-536537 A	2005/12/02
		JP 4082463 B2	2008/04/30
		US 2002-0168320 A1	2002/11/14
		US 2003-0086867 A1	2003/05/08
		US 2003-0129136 A1	2003/07/10
		US 2007-0202040 A1	2007/08/30
		US 2008-0247943 A1	2008/10/09
		US 5690907 A	1997/11/25
		US 5780010 A	1998/07/14
		US 5958371 A	1999/09/28
		US 5989520 A	1999/11/23
		US 6548046 B1	2003/04/15
		US 6821506 B2	2004/11/23
		US 7186399 B2	2007/03/06

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

WO 00-71172 A1	2000/11/30
WO 2004-017907 A2	2004/03/04
WO 2004-017907 A3	2004/06/17
WO 96-41647 A1	1996/12/27