

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2023년 11월 23일 (23.11.2023) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2023/224369 A1

(51) 국제특허분류:

A61B 6/00 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

G06T 17/00 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2023/006641

(22) 국제출원일:

2023년 5월 16일 (16.05.2023)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2022-0060376 2022년 5월 17일 (17.05.2022) KR

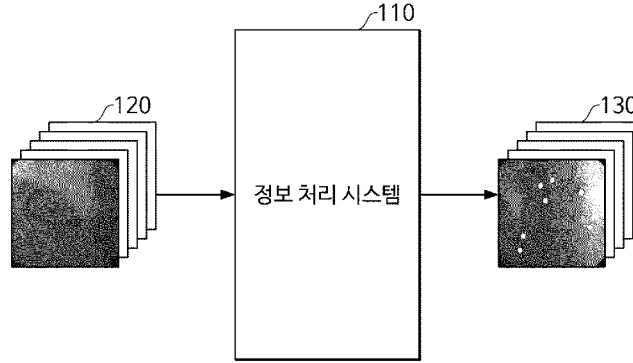
(71) 출원인: 주식회사 메디픽셀 (MEDIPIXEL, INC.) [KR/KR]; 06174 서울특별시 강남구 테헤란로108길 22, 4층, Seoul (KR). 재단법인 아산사회복지재단 (THE ASAN FOUNDATION) [KR/KR]; 05505 서울특별시 송파구 올림픽로43길 88, Seoul (KR). 울산대학교 산학협력단 (UNIVERSITY OF ULSAN FOUN-

DATION FOR INDUSTRY COOPERATION) [KR/KR]; 44610 울산광역시 남구 대학로 93, Ulsan (KR). 서울대학교병원 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY HOSPITAL) [KR/KR]; 03080 서울특별시 종로구 대학로 101, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김현우 (KIM, Hyunwoo); 04037 서울특별시 마포구 양화로 61, 7층, Seoul (KR). 구종회 (KU, Jong-hoe); 04037 서울특별시 마포구 양화로 61, 7층, Seoul (KR). 권휘 (KWON, Hwi); 04037 서울특별시 마포구 양화로 61, 7층, Seoul (KR). 송교석 (SONG, Kyo Seok); 04037 서울특별시 마포구 양화로 61, 7층, Seoul (KR). 권지훈 (KWEON, Jihoon); 05276 서울특별시 강동구 고덕로80길 99, 518동 605호, Seoul (KR). 강시혁 (KANG, Si-Hyuck); 06509 서울특별시 서초구 신반포로 23길 23, 101동 2503호, Seoul (KR). 김선화 (KIM, Sun-Hwa); 16876 경기도 용인시 수지구 죽전로 267, 701동 802호, Gyeonggi-do (KR).

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR AUTOMATICALLY DETECTING CIP FOR THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION OF CARDIOVASCULAR IMAGE

(54) 발명의 명칭: 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출 방법 및 시스템



110 ... Information processing system

(57) Abstract: The present disclosure provides a method by which at least one processor of a computing device automatically detects a CIP for three-dimensional reconstruction of a cardiovascular image. The method comprises the steps of: acquiring, for each of a plurality of contrast images in which a cardiovascular system is captured, data for identifying at least a part of the cardiovascular system; inputting the acquired data into a bifurcation detection model so as to extract bifurcation candidate points in the cardiovascular system in each of the plurality of contrast images; and matching, to each other, bifurcation candidate points corresponding to each of the plurality of contrast images.

[다음 쪽 계속]

WO 2023/224369 A1

(74) 대리인: 김한솔 등 (KIM, Han Sol et al.); 06253
서울특별시 강남구 도곡로 117, 옥신타워 14층, AnK
특허법률사무소, 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))

(57) 요약서: 본 개시는 컴퓨팅 장치의 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는, 심혈관 이미지의 3 차원 재구성을
위한 CIP 자동 검출 방법이 제공된다. 이 방법은, 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상의 각각에 대하여, 심혈관의
적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득하는 단계, 획득된 데이터를 분지부 검출 모델에 입력하여, 복수의 조영
영상의 각각 내의 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 단계 및 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는
분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 심혈관 이미지의 3차원 재구성 성을 위한 CIP 자동 검출 방법 및 시스템

기술분야

- [1] 본 개시는 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출 방법 및 시스템에 관한 것으로, 구체적으로, 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상을 기초로 검출된 분지부를 매칭함으로써, CIP 선택을 자동화하여 심혈관 이미지의 3차원 재구성에 이용하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 의료 현장에서는 X-ray, CT 촬영, 심혈관 조영술 등을 이용하여 획득한 2차원 이미지를 3차원 이미지로 재구성하여 알기 쉽게 가시화함으로써 병변을 진단하거나, 영상을 판독하는데 이용하는 사례가 점차 늘어나고 있다. 이러한 심혈관 이미지의 3차원 재구성에 있어서, 촬영 장비의 기계적인 오차를 보정하기 위해 특징 포인트(예: Common Image Point, CIP)를 선택하는 과정이 필수적이며, 선택된 CIP의 정확도에 따라 재구성된 3차원 이미지의 품질이 달라질 수 있다.
- [3] 심혈관에서의 대표적인 특징 포인트 중 하나는 심혈관 내의 주 혈관으로부터 분지 혈관으로 분지되는 분지부(bifurcation)다. 종래에는 심혈관 이미지에서 분지부의 위치를 추출하기 위해 혈관의 중심선을 따라 밀도(intensity)를 기반으로 추출하였으나, 노이즈가 심한 X-ray와 같은 영상에서는 정확도가 떨어지는 문제가 있었다. 또한, 종래의 기법에 따르면, 하나의 심혈관을 촬영한 복수의 영상 중 하나의 영상에서 분지부로 인식되어 추출된 특징 포인트가 다른 영상에서 추출된 특징 포인트와 동일한 포인트임을 판단하기 어려운 문제가 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 개시는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출 방법, 명령어들을 기록한 컴퓨터 판독가능한 비일시적 기록 매체 및 장치(시스템)를 제공한다.

과제 해결 수단

- [5] 본 개시는 방법, 장치(시스템) 또는 판독 가능 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 포함한 다양한 방식으로 구현될 수 있다.
- [6] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 컴퓨팅 장치의 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는, 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP(Common Image Point) 자동 검출 방법은, 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상의 각각에 대하여, 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득하는 단계, 획득된 데이터를 분지부 검출 모델에 입력하여, 복수의 조영 영상의 각각 내의 심혈관에서의 분지부 후보 포인트

를 추출하는 단계 및 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계를 포함한다.

- [7] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 복수의 조영 영상 내의 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 단계는, 분지부 검출 모델을 이용하여, 획득된 데이터로부터 심혈관 내의 주 혈관(main branch)으로부터 분지 혈관(side branch)으로 분지되는 하나 이상의 포인트를 분지부 후보 포인트로 추출하는 단계를 포함한다.
- [8] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득하는 단계는, 복수의 조영 영상의 각각을 이용하여, 심혈관의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵(activation map)을 획득하는 단계를 포함한다.
- [9] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 액티베이션 맵은, 심혈관에 대한 조영 영상으로부터 심혈관의 주 혈관을 추출하도록 학습된 주 혈관 추출 모델의 중간 레이어로부터 추출된다.
- [10] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계는, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 사이의 상관 계수를 산출함으로써, 스코어 맵을 생성하는 단계 - 스코어 맵은 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수를 가짐 - 및 생성된 스코어 맵을 기초로, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시키는 단계를 포함한다.
- [11] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 스코어 맵을 생성하는 단계는, 복수의 조영 영상 중 제1 조영 영상 및 제1 조영 영상에 대응하는 제1 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제1 입력 데이터를 생성하는 단계, 복수의 조영 영상 중 제2 조영 영상 및 제2 조영 영상에 대응하는 제2 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제2 입력 데이터를 생성하는 단계, 제1 입력 데이터 및 제2 입력 데이터를 상관계수 추출 모델에 입력하여, 제1 조영 영상과 연관된 제1 세트의 분지부 후보 포인트와 제2 조영 영상과 연관된 제2 세트의 분지부 후보 포인트 사이의 상관 계수를 산출하는 단계 및 상기 산출된 상관 계수를 이용하여 스코어 맵을 생성하는 단계를 포함한다.
- [12] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계는, 복수의 조영 영상의 각각을 분석하여, 기준 라인을 생성하는 단계, 기준 라인 중에서, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트로부터 최근접 위치 포인트를 추출함으로써, 스코어 맵을 생성하는 단계 - 스코어 맵은 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수를 가짐 - 및 생성된 스코어 맵을 기초로, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시키는 단계를 포함한다.
- [13] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 분지부 검출 모델은, 심혈관에 대한 복수의 조영 학습 영상의 각각에 대응하는 액티베이션 맵 내의 심혈관에서의 하나 이상의 분지부 후보 포인트의 각각을 멀티 클래스 중 하나의 클래스로 분류하도록 학습되고, 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 단계는, 분지부 검출 모델을

이용하여, 복수의 조영 영상의 각각에서 분지부 후보 포인트 및 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 추출하는 단계를 포함한다.

- [14] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계는, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 중에서, 동일한 클래스를 가진 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계를 포함한다.
- [15] 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출 방법을 컴퓨터에서 실행하기 위한 명령어들을 기록한 컴퓨터 판독가능한 비일시적 기록 매체가 제공된다.
- [16] 본 개시의 일 실시예에 따른 정보 처리 시스템은, 메모리 및 메모리와 연결되고 메모리에 포함된 컴퓨터 판독 가능한 적어도 하나의 프로그램을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 적어도 하나의 프로그램은, 복수의 조영 영상을 획득하고, 복수의 조영 영상의 각각을 기초로 심혈관의 주 혈관 위치가 식별된 특성 맵을 추출하고, 특성 맵을 분지부 검출 모델에 입력하여, 복수의 조영 영상의 각각과 연관된 분지부 후보 포인트를 추출하고, 복수의 조영 영상의 각각과 연관된 분지부 후보 포인트를 서로 매칭하기 위한 명령어들을 포함한다.

발명의 효과

- [17] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 심혈관을 촬영한 조영 영상을 기초로 심혈관의 분지부를 검출하고, 복수의 조영 영상들 각각과 대응하는 심혈관 분지부 포인트를 서로 매칭함으로써, 심혈관에 대한 3차원 이미지 생성을 위한 CIP가 자동으로 생성될 수 있어, CIP 선택을 위한 노력과 비용이 절감될 수 있다.
- [18] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 심혈관을 촬영한 조영 영상과 미리 정의된 분지부 식별 정보를 기초로 심혈관의 분지부를 검출하고, 복수의 조영 영상들 각각과 대응하는 심혈관 분지부 포인트를 서로 매칭함으로써, CIP에 대한 선택의 정확도가 향상될 수 있다.
- [19] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 심혈관에 대한 3차원 이미지 재구축을 위한 2차원 이미지 정보를 생성하는 모델의 중간 레이어로부터 추출된 주 혈관이 식별된 데이터를 이용하여, 심혈관의 분지부 포인트를 검출하고 심혈관 분지부 포인트를 서로 매칭함으로써, 주 혈관이 식별된 데이터를 추출하기 위한 별도의 모델을 구축하는 과정을 생략할 수 있다. 이에 따라, 심혈관에 대한 3차원 이미지 생성을 위한 CIP를 결정하는데 필요한 노력과 비용이 절감될 수 있다.
- [20] 본 개시의 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자(“통상의 기술자”라 함)에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [21] 본 개시의 실시예들은, 이하 설명하는 첨부 도면들을 참조하여 설명될 것이며, 여기서 유사한 참조 번호는 유사한 요소들을 나타내지만, 이에 한정되지는 않는다.
- [22] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 정보 처리 시스템이 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상을 기초로 복수의 조영 영상 내의 분지부 후보 포인트를 추출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다.
- [23] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출 서비스를 제공하는 정보 처리 시스템을 나타내는 블록도이다.
- [24] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출하는 방법의 예시를 나타내는 흐름도이다.
- [25] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 조영 영상을 기초로 심혈관 조영 영상에 포함된 심혈관 분지부 후보 포인트를 검출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다.
- [26] 도 5는 본 개시의 다른 실시예에 따른 심혈관 조영 영상을 기초로 심혈관 조영 영상에 포함된 심혈관 분지부 후보 포인트를 검출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다.
- [27] 도 6은 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭하기 위한 입력 데이터를 생성하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다.
- [28] 도 7은 스코어 맵을 이용하여 복수의 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 매칭하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다.
- [29] 도 8은 본 개시의 다른 실시예에 따른 심혈관 조영 영상을 기초로 심혈관 조영 영상에 포함된 심혈관 분지부 후보 포인트 및 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 검출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다.
- [30] 도 9는 본 개시의 다른 실시예에 따른 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 이용하여 복수의 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 매칭하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다.
- [31] 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 조영 영상을 기초로 분지부 후보 포인트를 검출하는 과정의 예시를 나타내는 도면이다.
- [32] 도 11은 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 조영 영상과 대응되는 분지부 후보 포인트 사이를 매칭하는 예시를 나타내는 도면이다.
- [33] 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 인공지능망 모델을 나타내는 예시도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [34] 이하, 본 개시의 실시를 위한 구체적인 내용을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 다만, 이하의 설명에서는 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 우려가 있는 경우, 널리 알려진 기능이나 구성에 관한 구체적 설명은 생략하기로 한다.
- [35] 첨부된 도면에서, 동일하거나 대응하는 구성요소에는 동일한 참조부호가 부여되어 있다. 또한, 이하의 실시예들의 설명에 있어서, 동일하거나 대응되는 구성

요소를 중복하여 기술하는 것이 생략될 수 있다. 그러나, 구성요소에 관한 기술이 생략되어도, 그러한 구성요소가 어떤 실시예에 포함되지 않는 것으로 의도되지 않는다는.

- [36] 개시된 실시예의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 개시는 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 개시가 완전하도록 하고, 본 개시가 통상의 기술자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것일 뿐이다.
- [37] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 개시된 실시예에 대해 구체적으로 설명하기로 한다. 본 명세서에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 관련 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서, 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [38] 본 명세서에서의 단수의 표현은 문맥상 명백하게 단수인 것으로 특정하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한, 복수의 표현은 문맥상 명백하게 복수인 것으로 특정하지 않는 한, 단수의 표현을 포함한다. 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [39] 또한, 명세서에서 사용되는 '모듈' 또는 '부'라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어 구성요소를 의미하며, '모듈' 또는 '부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만, '모듈' 또는 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '모듈' 또는 '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서, '모듈' 또는 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 또는 변수들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 구성요소들과 '모듈' 또는 '부'들은 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '모듈' 또는 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '모듈' 또는 '부'들로 더 분리될 수 있다.
- [40] 본 개시의 일 실시예에 따르면, '모듈' 또는 '부'는 프로세서 및 메모리로 구현될 수 있다. '프로세서'는 범용 프로세서, 중앙 처리 장치(CPU), 마이크로프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 제어기, 마이크로제어기, 상태 머신 등을 포함하도록 넓게 해석되어야 한다. 몇몇 환경에서, '프로세서'는 주문형 반도체(ASIC), 프

로그그램가능 로직 디바이스(PLD), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(FPGA) 등을 지칭할 수도 있다. '프로세서'는, 예를 들어, DSP와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들의 조합, DSP 코어와 결합한 하나 이상의 마이크로프로세서들의 조합, 또는 임의의 다른 그러한 구성들의 조합과 같은 처리 디바이스들의 조합을 지칭할 수도 있다. 또한, '메모리'는 전자 정보를 저장 가능한 임의의 전자 컴포넌트를 포함하도록 넓게 해석되어야 한다. '메모리'는 임의 액세스 메모리(RAM), 판독-전용 메모리(ROM), 비-휘발성 임의 액세스 메모리(NVRAM), 프로그램가능 판독-전용 메모리(PROM), 소거-프로그램가능 판독 전용 메모리(EPROM), 전기적으로 소거가능 PROM(EEPROM), 플래쉬 메모리, 자기 또는 광학 테이퍼 저장장치, 레지스터들 등과 같은 프로세서-판독가능 매체의 다양한 유형들을 지칭할 수도 있다. 프로세서가 메모리로부터 정보를 판독하고/하거나 메모리에 정보를 기록할 수 있다면 메모리는 프로세서와 전자 통신 상태에 있다고 불린다. 프로세서에 집적된 메모리는 프로세서와 전자 통신 상태에 있다.

- [41] 본 개시에서, '시스템'은 서버 장치와 클라우드 장치 중 적어도 하나의 장치를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 시스템은 하나 이상의 서버 장치로 구성될 수 있다. 다른 예로서, 시스템은 하나 이상의 클라우드 장치로 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 시스템은 서버 장치와 클라우드 장치가 함께 구성되어 동작될 수 있다. 또 다른 예로서, 시스템은 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP를 자동 검출하기 위한 클라이언트 장치를 지칭할 수 있다.
- [42] 본 개시에서, '복수의 A의 각각' 또는 '복수의 A 각각'은 복수의 A에 포함된 모든 구성 요소의 각각을 지칭하거나, 복수의 A에 포함된 일부 구성 요소의 각각을 지칭할 수 있다. 예를 들어, 복수의 조영 영상의 각각은 복수의 조영 영상에 포함된 모든 영상의 각각을 지칭하거나 복수의 조영 영상에 포함된 일부의 영상의 각각을 지칭할 수 있다.
- [43] 본 개시에서, 'CIP(Common Image Point)'는 복수의 2차원 이미지 각각에 포함된 공통된 특징 포인트를 나타낼 수 있다. 이는 2차원 이미지를 3차원 이미지로 재구성하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 심혈관이 촬영된 복수의 2차원 조영 영상 중 하나의 영상에서 분지부로 추출된 특징 포인트와 다른 영상에서 분지부로 추출된 특징 포인트가 공통된 것으로 판정된 경우, 이들이 매칭되어 CIP로 결정될 수 있으며, 2차원 이미지의 심혈관 영상을 3차원 이미지로 재구성하는데 사용될 수 있다.
- [44] 본 개시에서, '분지부' 또는 '심혈관 분지부'는 심혈관 내의 주 혈관으로부터 분지 혈관으로 분지되는 지점, 위치를 나타낼 수 있고, '분지부 후보 포인트' 또는 '심혈관 분지부 포인트'는 심혈관이 촬영된 조영 영상 또는 이미지 내에 분지부로 식별된 영역의 좌표값 또는 위치값을 나타낼 수 있다.
- [45] 본 개시에서, '모델'은 기계학습 모델을 지칭할 수 있다. 예를 들어, '모델'은 인공 신경망 모델을 지칭할 수 있다.

- [46] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 정보 처리 시스템(110)이 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)을 기초로 복수의 조영 영상 내의 분지부 후보 포인트를 추출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 정보 처리 시스템(110)은 조영 영상 내의 분지부 검출 기능을 구비한 시스템 또는 분지부 검출 서비스를 제공하는 시스템일 수 있다. 예를 들어, 정보 처리 시스템(110)은 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)을 획득하고, 획득된 복수의 조영 영상(120)의 각각으로부터 분지부 후보 포인트를 검출하여 이를 서로 매칭함으로써, 분지부가 표시된 복수의 심혈관 이미지(130)를 생성할 수 있다. 생성된 복수의 심혈관 이미지(130)는 2차원의 심혈관 이미지를 기초로 3차원 이미지를 재구성하는데 이용될 수 있다.
- [47] 일 실시예에서, 촬영 장비를 통해 환자의 심혈관이 촬영된 후, 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)이 정보 처리 시스템(110)으로 입력될 수 있다. 예를 들어, 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)은 촬영 장비와 연결된 컴퓨팅 장치를 통해 정보 처리 시스템(110)에 제공될 수 있다. 다른 예로서, 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)은 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)이 저장된 기록 매체를 통해 정보 처리 시스템(110)에 제공될 수 있다. 정보 처리 시스템(110)이 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)을 획득하는 방식은 전술한 예에 한정되는 것이 아니며, 어떠한 방식이 되더라도 무방하다. 여기서, 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)은 촬영 장치를 통해 한 사람의 심혈관을 한 방향 및/또는 여러 방향에서 촬영한 복수의 X-ray 이미지를 나타낼 수 있다.
- [48] 일 실시예에 따르면, 정보 처리 시스템(110)은 분지부 추출 모델을 이용하여 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)을 기초로 복수의 조영 영상에 포함된 분지부 후보 포인트를 검출할 수 있다. 여기서, 분지부 추출 모델은 심혈관 조영 영상 및/또는 심혈관 조영 영상 내 주 혈관을 식별하는 정보를 포함한 이미지를 기초로 분지부 후보 포인트를 추출하도록 학습된 모델일 수 있다. 예를 들어, 정보 처리 시스템(110)은 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)을 분지부 추출 모델에 입력하여 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있다. 다른 예에서, 정보 처리 시스템(110)은 심혈관 조영 영상 내 주 혈관을 식별하는 정보를 포함한 이미지를 분지부 추출 모델에 입력하여 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있다. 이에 대한 구체적인 방법은 도 4, 도 5 및 도 8을 참조하여 상세히 후술하도록 한다.
- [49] 일 실시예에 따르면, 정보 처리 시스템(110)은 복수의 조영 영상(120)의 각각에서 검출된 분지부 후보 포인트를 서로 매칭하여 분지부가 표시된 복수의 심혈관 이미지(130)를 생성할 수 있다. 구체적으로, 정보 처리 시스템(110)은 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상(120)의 각각과 이에 대응하는 조영 영상 내 심혈관의 분지부 후보 포인트를 연관성 스코어 산출 모델에 입력하여 연관성 스코어를 산출하고, 연관성 스코어를 이용하여 복수의 조영 영상(120)의 각각에서 검출된 분지

부 후보 포인트를 서로 매칭할 수 있다. 예를 들어, 연관성 스코어 산출 모델은 복수의 조영 영상(120)의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트(들) 사이의 상관계수(Coefficient)를 산출하는 모델일 수 있다. 다른 예를 들어, 연관성 스코어 산출 모델은 복수의 조영 영상(120)의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트(들)의 위치를 분석하여 연관성 스코어를 산출하는 모델일 수 있다. 연관성 스코어를 산출하여 분지부 후보 포인트(들)를 매칭하는 구체적인 방법은 도 6, 도 7 및 도 9를 참조하여 상세히 후술하도록 한다.

- [50] 분지부가 표시된 복수의 심혈관 이미지(130)는 하나 이상의 분지부가 표시된 심혈관 이미지를 포함할 수 있고, 하나의 심혈관 이미지에 포함된 분지부는 다른 심혈관 이미지에 포함된 분지부와 매칭될 수 있다. 여기서, 복수의 심혈관 이미지(130)에 포함된 분지부는 이미지들 내 포함된 분지부 후보 포인트들의 매칭이 완료되어 분지부로 결정된 포인트(또는 좌표)일 수 있다. 또한, 복수의 심혈관 이미지(130)에 포함된 분지부는 CIP로 결정될 수 있으며, 복수의 심혈관 이미지(130)는 2차원 이미지의 심혈관 영상을 3차원 이미지로 재구성하는데 사용될 수 있다. 이와 같은 구성을 통해, 2차원 이미지의 심혈관 영상을 3차원 이미지로 재구성하는데 필요한 CIP를 자동으로 검출함으로써 3차원의 심혈관 이미지를 신속하게 생성할 수 있다.
- [51] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출 서비스를 제공하는 정보 처리 시스템(110)을 나타내는 블록도이다. 정보 처리 시스템(110)은 메모리(210), 프로세서(220), 통신 모듈(230) 및 입출력 인터페이스(240)를 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 정보 처리 시스템(110)은 통신 모듈(230)을 이용하여 네트워크를 통해 정보 및/또는 데이터를 통신할 수 있도록 구성될 수 있다.
- [52] 메모리(210)는 비-일시적인 임의의 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 메모리(210)는 디스크 드라이브, SSD(solid state drive), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같은 비소멸성 대용량 저장 장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 다른 예로서, ROM, SSD, 플래시 메모리, 디스크 드라이브 등과 같은 비소멸성 대용량 저장 장치는 메모리와는 구분되는 별도의 영구 저장 장치로서 정보 처리 시스템(110)에 포함될 수 있다. 또한, 메모리(210)에는 운영체제와 적어도 하나의 프로그램 코드(예를 들어, 정보 처리 시스템(110)에 설치되어 구동되는 분지부 검출 모델의 연산 처리, 연관성 스코어 산출 모델의 연산 처리 등)가 저장될 수 있다. 도 2에서, 메모리(210)는 단일 메모리인 것으로 도시되었지만, 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐이며, 메모리(210)는 복수의 메모리 및/또는 버퍼 메모리를 포함할 수 있다.
- [53] 이러한 소프트웨어 구성요소들은 메모리(210)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체는 이러한 정보 처리 시스템(110)에 직접 연결가능한 기록 매체를 포함할 수 있는데, 예를 들어, 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브

브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체가 아닌 통신 모듈(230)을 통해 메모리(210)에 로딩될 수도 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 프로그램은 개발자들 또는 어플리케이션의 설치 파일을 배포하는 파일 배포 시스템이 통신 모듈(230)을 통해 제공하는 파일들에 의해 설치되는 컴퓨터 프로그램(예를 들어, 심혈관이 촬영된 조영 영상 등의 데이터 전송 등을 위한 프로그램 등)에 기반하여 메모리(210)에 로딩될 수 있다.

[54] 프로세서(220)는 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(210) 또는 통신 모듈(230)에 의해 사용자 단말(미도시) 또는 다른 외부 시스템으로 제공될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(220)는 심혈관 조영 영상 학습 데이터를 기초로 분지부 검출 모델을 학습시킬 수 있다. 이렇게 학습된 분지부 검출 모델은 심혈관 조영 영상 내 심혈관 분지부를 검출할 수 있다.

[55] 통신 모듈(230)은 네트워크를 통해 사용자 단말(미도시)과 정보 처리 시스템(110)이 서로 통신하기 위한 구성 또는 기능을 제공할 수 있으며, 정보 처리 시스템(110)이 외부 시스템(일례로 별도의 클라우드 시스템 등)과 통신하기 위한 구성 또는 기능을 제공할 수 있다. 일례로, 정보 처리 시스템(110)의 프로세서(220)의 제어에 따라 제공되는 제어 신호, 명령, 데이터 등이 통신 모듈(230)과 네트워크를 거쳐 사용자 단말 및/또는 외부 시스템의 통신 모듈을 통해 사용자 단말 및/또는 외부 시스템으로 전송될 수 있다. 예를 들어, 정보 처리 시스템(110)은 외부 시스템(예: 주 혈관 추출할 수 있는 심혈관 조영 영상 세그멘테이션 시스템)으로부터 영상 정보(예: 액티베이션 맵 등) 등을 수신할 수 있다.

[56] 또한, 정보 처리 시스템(110)의 입출력 인터페이스(240)는 정보 처리 시스템(110)과 연결되거나 정보 처리 시스템(110)이 포함할 수 있는 입력 또는 출력을 위한 장치(미도시)와의 인터페이스를 위한 수단일 수 있다. 예를 들면, 입출력 인터페이스(240)는 PCI express 인터페이스, 이더넷(ethernet) 인터페이스 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 도 2에서는 입출력 인터페이스(240)가 프로세서(220)와 별도로 구성된 요소로서 도시되었으나, 이에 한정되지 않으며, 입출력 인터페이스(240)가 프로세서(220)에 포함되도록 구성될 수 있다. 정보 처리 시스템(110)은 도 2의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다.

[57] 정보 처리 시스템(110)의 프로세서(220)는 복수의 사용자 단말 및/또는 복수의 외부 시스템으로부터 수신된 정보 및/또는 데이터를 관리, 처리 및/또는 저장하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(220)는 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상 및/또는 심혈관의 적어도 일부가 식별된 데이터를 획득할 수 있다. 프로세서(220)는 획득된 데이터로부터 복수의 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있고, 복수의 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시킬 수 있다. 도 2에서, 프로세서(220)는 단일 프로세서

인 것으로 도시되었지만, 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐이며, 프로세서(220)는 복수의 프로세서를 포함할 수 있다.

[58] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출하는 방법의 예시를 나타내는 흐름도이다. CIP 자동 검출하는 방법은 정보 처리 시스템의 적어도 하나의 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220) 등)에 의해 수행될 수 있다. 이러한 방법은 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상의 각각에 대하여, 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득함으로써 개시될 수 있다(S310). 예를 들어, 프로세서는 복수의 조영 영상의 각각을 이용하여, 심혈관의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵(activation map)을 획득할 수 있다. 일 실시예에 따라 액티베이션 맵은 심혈관에 대한 조영 영상으로부터 심혈관의 주 혈관을 추출하도록 학습된 주 혈관 추출 모델의 중간 레이어로부터 추출될 수 있다. 여기서, 주 혈관 추출 모델은 인코더 및 디코더로 구성된 딥 러닝 모델을 나타낼 수 있다. 또한, 주 혈관 추출 모델의 중간 레이어는 인코더의 말단 이후, 예를 들어 세그멘테이션 헤드(Segmentation Head) 또는 클래스피케이션 헤드(Classification Head)의 입력단을 의미할 수 있다.

[59] 그리고 나서, 프로세서는 획득된 데이터를 분지부(bifurcation) 검출 모델에 입력하여, 복수의 조영 영상의 각각 내의 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있다(S320). 예를 들어, 프로세서는 분지부 검출 모델을 이용하여, 획득된 데이터로부터 심혈관 내의 주 혈관(main branch)으로부터 분지 혈관(side branch)으로 분지되는 하나 이상의 포인트를 분지부 후보 포인트로 검출할 수 있다. 다른 예에서, 프로세서는 분지부 검출 모델을 이용하여, 획득된 데이터로부터 복수의 조영 영상의 각각에서 분지부 후보 포인트 및 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 추출할 수 있다. 여기서, 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스는 주 혈관 및 분지 혈관의 종류를 식별하는 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 관상 동맥 질환의 복잡성을 등급화한 SYNTAX 점수를 산출하는데 이용되는 혈관 식별 정보 또는 분지부 식별 정보를 포함할 수 있다. 여기서, 분지부 검출 모델은 심혈관에 대한 복수의 조영 학습 영상의 각각에 대응하는 액티베이션 맵 내의 심혈관에서의 하나 이상의 분지부 후보 포인트의 각각을 멀티 클래스 중 하나의 클래스로 분류하도록 학습된 모델일 수 있다. 멀티 클래스는 혈관의 종류인 LAD(Left anterior descending artery), LCX(Left circumflex artery), RCA(Right coronary artery) 등의 각각에 특징되는 분지부 식별 데이터 세트를 나타낼 수 있다.

[60] 프로세서는 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시킬 수 있다(S330). 일 실시예에 따르면, 프로세서는 스코어 맵을 이용하여 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시킬 수 있다. 여기서, 스코어 맵은 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수(예: 입력 영상이 3 개인 경우, 스코어 맵은 3 차원의 큐브 형태일 수 있음)를 가질 수 있다. 그 후, 프로세서는 생성된 스코어 맵을 기초로, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시킬 수 있다.

- [61] 일 실시예에서, 프로세서는 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 사이의 상관계수를 산출함으로써, 스코어 맵을 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 복수의 조영 영상 중 제1 조영 영상 및 제1 조영 영상에 대응하는 제1 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제1 입력 데이터를 생성할 수 있다. 또한, 프로세서는 복수의 조영 영상 중 제2 조영 영상 및 제2 조영 영상에 대응하는 제2 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제2 입력 데이터를 생성할 수 있다. 그 후, 프로세서는 제1 입력 데이터 및 제2 입력 데이터를 상관계수 추출 모델에 입력하여, 제1 조영 영상과 연관된 제1 세트의 분지부 후보 포인트와 제2 조영 영상과 연관된 제2 세트의 분지부 후보 포인트 사이의 상관계수를 산출할 수 있다. 프로세서는 산출된 상관계수를 이용하여 스코어 맵을 생성할 수 있다. 입력 데이터가 2 개인 경우의 예시를 통해 상관계수를 이용한 스코어 맵을 생성하는 방법을 설명하였으나, 이에 한정되지 않으며, 입력 데이터는 2 개 이상이 될 수 있고, 이들 사이의 상관계수를 이용하여 스코어 맵을 생성할 수 있음은 물론이다.
- [62] 다른 실시예에서, 프로세서는 복수의 조영 영상을 분석하여 생성한 기준 라인을 이용하여, 스코어 맵을 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 복수의 조영 영상의 각각을 분석하여, 기준 라인을 생성할 수 있다. 여기서, 기준 라인은 조영 영상 내의 심혈관의 중심선(Centerline) 또는 윤곽선(contour)으로 판단된 라인일 수 있다. 프로세서는 기준 라인 중에서 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트로부터 최근접 위치 포인트를 추출함으로써, 스코어 맵을 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 조영 영상들의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트로부터 최근접 중심선 포인트(또는 윤곽선 포인트)를 식별하고, 조영 영상들의 각각의 최근접 중심선 포인트(또는 윤곽선 포인트)로부터 해당 중심선의 시작 포인트(또는 윤곽선의 시작 포인트)로부터 최근접 중심선 포인트(또는 윤곽선 포인트)까지의 포인트의 개수를 서로 비교하여, 이들 포인트 개수의 차이를 이용한 스코어 맵을 생성할 수 있다.
- [63] 일 실시예에 따르면, 프로세서는 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 중에서, 동일한 클래스를 가진 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시킬 수 있다. 예를 들어, 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트는 혈관의 종류인 LAD(Left anterior descending artery), LCX(Left circumflex artery), RCA(Right coronary artery) 등의 각각에 특징되는 분지부 식별 데이터 세트 중 어느 하나의 분지부 식별 정보를 포함할 수 있으며, 프로세서는 동일한 분지부 식별 정보를 가진 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시킬 수 있다.
- [64] 도 3에서 도시한 흐름도 및 상술한 설명은 일 예시일 뿐이며, 일부 실시예에서는 다르게 구현될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서는 각 단계의 순서가 바뀌거나, 일부 단계가 반복 수행되거나, 일부 단계가 생략되거나, 일부 단계가 추가될 수 있다.

- [65] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 심혈관 조영 영상을 기초로 심혈관 조영 영상에 포함된 심혈관 분지부 후보 포인트를 검출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220) 등)는 심혈관이 촬영된 조영 영상의 각각에 대하여, 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 심혈관을 촬영한 조영 영상(410)을 액티브이션 맵 추출 모듈(420)에 입력하여 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관이 식별된 액티브이션 맵(430)을 추출할 수 있다. 여기서, 액티브이션 맵 추출 모듈(420)은 심혈관을 촬영한 조영 영상(410) 각각을 기초로 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관이 식별된 액티브이션 맵(430)을 추출하도록 구성될 수 있다. 도 4는 액티브이션 맵 추출 모듈(420)을 이용하여 심혈관이 촬영된 조영 영상(410)에 대한 액티브이션 맵(430)을 추출하는 예시가 도시되어 있으나, 이에 한정되지 않는다. 심혈관이 촬영된 조영 영상(410)에 대한 액티브이션 맵(430)을 추출하는 다른 예시는 도 5를 참조하여 후술된다.
- [66] 일 실시예에 따르면, 프로세서는 획득된 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 분지부 검출 모델에 입력하여, 조영 영상 내의 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 추출된 액티브이션 맵(430)을 분지부 검출 모델(440)에 입력하여 하나 이상의 분지부 후보 포인트(450)를 추출할 수 있다. 여기서, 분지부 검출 모델(440)은 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관이 식별된 액티브이션 맵(430)을 기초로 주 혈관에서 분지 혈관으로 분지되는 분지부(키포인트)를 추출하도록 학습된 모델일 수 있다. 도 4에 도시된 분지부 검출 모델(440)은 액티브이션 맵을 기초로 분지부 후보 포인트(또는 좌표)를 추출하는 예시가 도시되어 있으나, 이에 한정되지 않는다. 이에 대한 다른 예시는 도 8을 참조하여 후술된다.
- [67] 도 4는 하나의 심혈관 조영 영상(410)을 기초로 해당 심혈관 조영 영상(410) 내의 하나 이상의 심혈관 분지부 후보 포인트를 추출하는 예시가 도시되어 있으나, 이에 한정되지 않으며, 한 환자를 촬영한 복수의 심혈관 조영 영상의 각각에 대한 액티브이션 맵을 기초로 하나 이상의 심혈관 분지부 후보 포인트를 각각 추출할 수 있다. 추출된 하나 이상의 분지부 후보 포인트(450)는 이와 연관된 다른 조영 영상 내의 하나 이상의 분지부 후보 포인트와 서로 매칭하는데 이용될 수 있으며, 이에 대한 설명은 도 6, 도 7 및 도 9를 참조하여 상세히 후술된다.
- [68] 도 5는 본 개시의 다른 실시예에 따른 심혈관 조영 영상을 기초로 심혈관 조영 영상에 포함된 심혈관 분지부 후보 포인트를 검출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서는 심혈관 조영 영상(510)에 대한 세그멘테이션을 수행하여 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 2차원 정보(526)를 생성하는 과정에서 산출된 중간 이미지를 이용하여 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 주 혈관 추출 모듈(520)은 심혈관 조영 영상(510)을 입력 받아 세그멘테이션 결과(522)를 출력하고, 분석 모듈(524)을 이용하여 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 2차원 정보(526)를 생성할 수 있다.

이 때, 프로세서는 주 혈관 추출 모델(520)의 중간 레이어로부터 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵(530)을 추출할 수 있다. 여기서, 주 혈관 추출 모델은 인코더 및 디코더를 포함하고, 심혈관에 대한 조영 영상으로부터 심혈관의 주 혈관을 추출하도록 학습된 딥 러닝 모델을 나타낼 수 있다. 또한, 주 혈관 추출 모델의 중간 레이어는 인코더의 말단 이후, 예를 들어 세그멘테이션 헤드 또는 클래식케이션 헤드의 입력단을 의미할 수 있다.

[69] 그리고 나서, 프로세서는 추출된 액티베이션 맵(530)을 분지부 검출 모델(540)에 입력하여 하나 이상의 분지부 후보 포인트(550)를 추출할 수 있다. 액티베이션 맵을 기초로 분지부 검출 모델(540)을 이용하여 분지부 후보 포인트(550)를 추출하는 구체적인 방법은 도 4를 참조하여 전술하였다.

[70] 도 6은 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭하기 위한 입력 데이터를 생성하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220))는 복수의 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트 사이의 연관성 정보를 이용하여 스코어 맵을 생성하고, 이를 기초로 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 제1 조영 영상에 포함된 분지부 후보 포인트들 중 각각의 포인트와 제2 조영 영상에 포함된 분지부 후보 포인트들 중 각각의 포인트 사이의 연관성 정보를 이용하여 스코어 맵을 생성하고, 이를 기초로 분지부 후보 포인트를 서로 매칭할 수 있다. 여기서, 연관성 정보는 분지부 후보 포인트들 사이의 상관관계수 또는 조영 영상 내 심혈관의 기준 라인(예: 중심선, 윤곽선 등)을 기초로 산출된 위치 연관성 정보를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[71] 이 경우, 분지부 후보 포인트 사이의 연관성 정보를 이용하여 스코어 맵을 생성하기 위해, 프로세서는 심혈관 조영 영상(610)과 도 4 및 도 5에서 전술한 방법으로 추출된 분지부 후보 포인트(620)를 이용하여 연관성 스코어 산출 모델의 입력 데이터(640)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이, 프로세서는 심혈관이 촬영된 조영 영상(610)과 해당 조영 영상에 포함된 분지부 후보 포인트(620)에 대해 병합 처리(concatenate)를 수행하고, 병합된 데이터를 연관성 스코어 산출 모델의 입력 데이터 생성 모델(630)에 입력하여 입력 데이터(640)를 생성할 수 있다. 대안적으로, 프로세서는 심혈관이 촬영된 조영 영상(610)과 해당 조영 영상에 포함된 분지부 후보 포인트(620)를 기초로 생성된 가우시안 히트맵(Gaussian heatmap)에 대해 병합 처리를 수행하고, 병합된 데이터를 연관성 스코어 산출 모델의 입력 데이터 생성 모델(630)에 입력하여 입력 데이터(640)를 생성할 수 있다.

[72] 도 6은 하나의 심혈관 조영 영상(610)과 이와 연관된 분지부 후보 포인트(620)를 기초로 입력 데이터(640)를 생성하는 예시를 설명하였으나, 이는 설명의 편의를 위한 것이며, 복수의 심혈관 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 매칭하기 위해 복수의 심혈관 조영 영상의 각각에 대한 연관성 스코어 산출

모델의 입력 데이터를 생성할 수 있다. 하나 이상의 입력 데이터를 이용하여 연관성 스코어를 산출하고, 이를 기초로 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭하는 구체적인 방법은 도 7을 참조하여 후술된다.

- [73] 도 7은 스코어 맵을 이용하여 복수의 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 매칭하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다. 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220))는 도 6에서 전술한 방법으로 생성된 입력 데이터를 연관성 스코어 산출 모델(730)에 입력하여, 연관성 스코어(740)를 산출할 수 있다. 예를 들어, 제1 조영 영상을 기초로 생성된 제1 입력 데이터(710)와 제2 조영 영상을 기초로 생성된 제2 입력 데이터(720)를 연관성 스코어 산출 모델(730)에 입력하여, 연관성 스코어(740)를 산출할 수 있다.
- [74] 일 실시예에서, 연관성 스코어 산출 모델(730)은 분지부 후보 포인트들 사이의 상관계수를 산출하는 모델을 포함할 수 있고, 연관성 스코어(740)는 서로 다른 조영 영상 내의 각각의 분지부 후보 포인트들 사이의 상관계수를 의미할 수 있다. 이 경우, 연관성 스코어 산출 모델(730)은 심혈관 조영 영상(예: 610)과 이에 대응되는 분지부 후보 포인트(예: 620)를 한 쌍으로 하는 복수의 입력 데이터를 기초로 하나의 심혈관 조영 영상에 포함된 각각의 분지부 후보 포인트와 다른 심혈관 조영 영상에 포함된 각각의 분지부 후보 포인트 사이의 상관계수를 산출하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [75] 다른 실시예에서, 연관성 스코어 산출 모델(730)은, 분지부 후보 포인트들 사이의 조영 영상 내 심혈관의 기준 라인(예: 중심선, 윤곽선 등)을 기초로 산출된 위치 연관성 정보를 산출하는 모델을 포함할 수 있다. 이 경우, 연관성 스코어 산출 모델(730)은 입력 데이터의 조영 영상을 분석하여 기준 라인(예: 심혈관의 중심선 또는 윤곽선)을 생성하고, 기준 라인 중에서 분지부 후보 포인트로부터 최근접 위치 포인트를 추출할 수 있다. 구체적으로, 연관성 스코어 산출 모델(730)은 조영 영상들의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트로부터 최근접 중심선 포인트(또는 윤곽선 포인트)를 식별하고, 조영 영상들의 각각의 최근접 중심선 포인트(또는 윤곽선 포인트)로부터 해당 중심선의 시작 포인트(또는 윤곽선의 시작 포인트)로부터 최근접 중심선 포인트(또는 윤곽선 포인트)까지의 포인트의 개수를 서로 비교하여, 이들 포인트 개수의 차이를 이용한 연관성 스코어(740)를 산출할 수 있다.
- [76] 프로세서는 산출된 연관성 스코어(740)를 스코어 맵에 저장함으로써 스코어 맵을 생성할 수 있다(750). 그리고 나서, 프로세서는 생성된 스코어 맵을 기초로 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시킬 수 있다(760). 여기서, 스코어 맵은 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수를 가질 수 있다. 예를 들어, 입력된 조영 영상이 2 개인 경우, 스코어 맵은 2 차원의 매트릭스 형태일 수 있다. 이와 유사하게, 입력된 조영 영상이 3 개인 경우, 스코어 맵은 3 차원의 큐브 형태일 수 있다. 조영 영상들 사이에 매칭되는 심혈관 분지부

포인트는 조영 영상들 내에 포함된 심혈관 분지부가 공통되는 지점을 의미할 수 있다.

[77] 아래 표 1은 제1 조영 영상 및 제2 조영 영상에 포함된 분지부 후보 포인트가 각각 3 개인 경우의 산출계수가 저장된 스코어 맵을 기초로 분지부 후보 포인트를 매칭하는 예시를 나타낸다.

[78] [표1]

구분	제1 조영 영상			
제 2 조 영 영 상		제1 포인트	제2 포인트	제3 포인트
	제1 포인트	<u>1.7</u>	0.7	0.5
	제2 포인트	0.7	<u>1.6</u>	1
	제3 포인트	0.3	0.9	<u>1.5</u>

[79] 표 1을 참조하면, 제1 조영 영상의 제1 포인트를 기준으로 제2 조영 영상의 포인트들 중 제1 포인트와의 상관관계가 가장 높게 나타나므로, 제1 조영 영상의 제1 포인트와 제2 조영 영상의 제2 포인트가 매칭될 수 있다. 이와 유사하게, 제1 조영 영상의 제2 포인트와 제2 조영 영상의 제2 포인트가 매칭되고, 제1 조영 영상의 제3 포인트와 제2 조영 영상의 제3 포인트가 매칭될 수 있다.

[80] 표 1은 상관계수가 저장된 스코어 맵을 기초로 분지부 후보 포인트를 매칭하는 예시를 나타내나, 이에 한정되지 않으며, 상관계수 대신 위치 연관성 정보를 이용한 연관성 스코어가 저장된 스코어 맵을 기초로 분지부 후보 포인트를 매칭할 수 있다. 또한, 표 1은 2 개의 조영 영상 사이의 분지부 후보 포인트를 서로 매칭하는 예시를 나타내나, 이에 한정되지 않으며, 2 개 이상의 조영 영상 사이의 연관성 스코어가 저장된 스코어 맵을 기초로 분지부 후보 포인트가 매칭될 수 있다.

[81] 도 8은 본 개시의 다른 실시예에 따른 심혈관 조영 영상을 기초로 심혈관 조영 영상에 포함된 심혈관 분지부 후보 포인트 및 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 검출하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220) 등)는 심혈관 조영 영상(810)을 기초로 획득된 액티베이션 맵(830)을 분지부 검출 모델에 입력하여, 조영 영상 내의 심혈관에서의 분지부 후보 포인트 및 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스(860)를 추출할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 심혈관 조영 영상(810)을 기초로 액티베이션 맵 추출 모듈(820)을 이용하여 액티베이션 맵(830)을 획득할 수 있고, 이를 분지부 검출 모델(840)에 입력하여 하나 이상의 분지부 후보 포인트(850) 및 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스(860)를 추출할 수 있다.

[82] 분지부 검출 모델(840)은 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵(830)을 기초로 주 혈관에서 분지 혈관으로 분지되는 분지부(키포인트)를 추출

하도록 학습된 모델일 수 있다. 또한, 분지부 검출 모델(840)은 복수의 조영 영상 영상의 각각에 대응하는 액티베이션 맵 내의 심혈관에서의 하나 이상의 분지부 후보 포인트의 각각을 멀티 클래스 중 하나의 클래스로 분류하도록 학습된 모델일 수 있다.

- [83] 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스(860)는 심혈관 조영 영상(810)에서 주 혈관의 종류(예: LAD, LCX, RCA 등)가 식별된 영역에 대해 분지부의 종류를 구별하는 분지부 식별 정보를 의미할 수 있다. 분지부 식별 정보는 관상 동맥 질환의 복잡성을 등급화한 SYNTAX 점수를 산출하는데 이용되는 혈관 식별 정보 또는 분지부 식별 정보를 활용할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [84] 도 9는 본 개시의 다른 실시예에 따른 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 이용하여 복수의 조영 영상의 각각에 포함된 분지부 후보 포인트를 매칭하는 방법의 예시를 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220) 등)는 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 중에서, 동일한 클래스를 가진 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시킬 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 제1 조영 영상 내의 클래스가 대응된 분지부 후보 포인트(910)와 제2 조영 영상 내의 클래스가 대응된 분지부 후보 포인트(920) 사이에 동일한 클래스를 가진 분지부 후보 포인트를 매칭할 수 있다(930). 즉, 제1 조영 영상 내의 하나의 분지부 후보 포인트와 대응되는 클래스가 'type 1'인 경우, 해당 분지부 후보 포인트는 제2 조영 영상 내의 'type 1' 클래스가 대응된 분지부 후보 포인트와 매칭될 수 있다.
- [85] 도 9는 2 개의 조영 영상 사이의 분지부 후보 포인트를 서로 매칭하는 예시를 나타내나, 이에 한정되지 않으며, 2 개 이상의 조영 영상 사이에 동일한 클래스를 가진 분지부 후보 포인트들이 서로 매칭될 수 있다.
- [86] 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따라 심혈관 조영 영상을 기초로 분지부 후보 포인트를 검출하는 과정의 예시를 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220) 등)는 심혈관이 촬영된 조영 영상을 기초로 심혈관의 일부를 식별하는 데이터를 획득할 수 있으며, 획득된 데이터를 이용하여 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있다.
- [87] 구체적 예로, 제1 상태 내지 제3 상태(1010, 1020, 1030)를 거쳐 심혈관에서의 분지부 후보 포인트가 추출될 수 있다. 제1 상태(1010)는 심혈관이 촬영된 조영 영상의 예시를 나타낸다. 프로세서는 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상은 촬영 장비와 연결된 컴퓨팅 장치를 통해 획득할 수 있으나, 획득하는 방식은 이에 한정되지 않는다. 프로세서는 심혈관이 촬영된 조영 영상을 기초로 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득할 수 있다.
- [88] 제2 상태(1020)는 심혈관이 촬영된 조영 영상을 기초로 심혈관의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵의 예시를 나타낸다. 일 실시예에 따르면, 프로세서는 심혈관을 촬영한 조영 영상을 액티베이션 맵 추출 모듈에 입력하여 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵을 추출할 수 있다. 다른 실시예에 따르면,

프로세서는 주 혈관 추출 모델의 중간 레이어로부터 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵을 추출할 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 프로세서는 심혈관 조영 영상을 기초로 심혈관 조영 영상 내의 주 혈관에 식별가능한 시각적 처리(예: 짙은 음영 처리 또는 구별가능한 색채 처리 등)한 액티베이션 맵을 추출할 수 있다.

- [89] 제3 상태(1030)는 액티베이션 맵으로부터 추출된 심혈관 내의 주 혈관으로부터 분지 혈관으로 분지되는 하나 이상의 포인트, 즉 분지부 후보 포인트의 예시를 나타낸다. 일 실시예에 따르면, 프로세서는 액티베이션 맵을 분지부 검출 모델에 입력하여 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출할 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 프로세서는 액티베이션 맵을 분지부 검출 모델에 입력하여 하나 이상의 분지부 후보 포인트(1032, 1034, 1036, 1038)를 추출할 수 있다.
- [90] 도 11은 본 개시의 일 실시예에 따라 심혈관 조영 영상과 대응되는 분지부 후보 포인트 사이를 매칭하는 예시를 나타내는 도면이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(예: 도 2의 프로세서(220) 등)는 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시킬 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 심혈관 조영 영상 및 해당 심혈관 조영 영상의 분지부 후보 포인트가 검출된 이미지를 기초로 산출된 연관성 스코어를 이용하여 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시킬 수 있다.
- [91] 예를 들어, 도시된 바와 같이, 제1 조영 영상(1110)의 복수의 분지부 후보 포인트(1112, 1114, 1116)의 각각과 제2 조영 영상(1120)의 복수의 분지부 후보 포인트(1122, 1124, 1126)의 각각 사이에 연관성 스코어를 산출하고, 이를 기초로 분지부 후보 포인트를 매칭시킬 수 있다. 즉, 제1 조영 영상(1110)의 제1 분지부 후보 포인트(1112)는 제2 조영 영상(1120)에 포함된 복수의 분지부 후보 포인트(1122, 1124, 1126) 중 연관성 스코어가 가장 높은 제4 분지부 후보 포인트(1122)와 매칭될 수 있다. 이와 유사하게, 제1 조영 영상(1110)의 제2 분지부 후보 포인트(1114)는 제2 조영 영상(1120)의 제5 분지부 후보 포인트(1124)와 매칭되고, 제1 조영 영상(1110)의 제3 분지부 후보 포인트(1116)는 제2 조영 영상(1120)의 제6 분지부 후보 포인트(1126)와 매칭될 수 있다. 이렇게 매칭된 분지부 후보 포인트들은 분지부로 결정될 수 있으며, 심혈관 이미지에 포함된 분지부는 CIP로 결정되어 2차원 이미지의 심혈관 영상을 3차원 이미지로 재구성하는데 사용될 수 있다.
- [92] 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 인공신경망 모델(1200)을 나타내는 예시이다. 인공신경망 모델(1200)은, 기계학습 모델의 일 예로서, 기계학습(Machine Learning) 기술과 인지과학에서, 생물학적 신경망의 구조에 기초하여 구현된 통계학적 학습 알고리즘 또는 그 알고리즘을 실행하는 구조이다.
- [93] 일 실시예에 따르면, 인공신경망 모델(1200)은, 생물학적 신경망에서와 같이 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런인 노드(Node)들이 시냅스의 가중치를 반복적으로 조정하여, 특정 입력에 대응한 올바른 출력과 추론된 출력 사

이의 오차가 감소되도록 학습함으로써, 문제 해결 능력을 가지는 기계학습 모델을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 인공신경망 모델(1200)은 기계 학습, 딥러닝 등의 인공지능 학습법에 사용되는 임의의 확률 모델, 뉴럴 네트워크 모델 등을 포함할 수 있다.

- [94] 일 실시예에 따르면, 상술된 분지부 추출 모델, 주 혈관 추출 모델, 연관성 스코어 산출 모델, 세그멘테이션 모델은 인공신경망 모델(1200)의 형태로 생성될 수 있다. 예를 들어, 인공신경망 모델(1200)은 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상을 수신하고, 기계학습 모델을 이용하여 수신된 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 심혈관의 주 혈관으로부터 분지 혈관으로 분지되는 영역을 검출할 수 있다. 예를 들어, 인공신경망 모델(1200)은 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 각각의 영역에 대하여, 각각의 영역이 분지부에 해당하는지 여부를 판정하는 분류기를 포함할 수 있다. 다른 예에서, 인공신경망 모델(1200)은 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상을 수신하고, 기계학습 모델을 이용하여 수신된 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 주 혈관을 추출할 수 있다. 또 다른 예에서, 인공 신경망 모델(1200)은 심혈관 조영 영상 내의 분지부 포인트 정보를 이용하여, 복수의 심혈관 조영 영상 내의 분지부 포인트 사이의 연관성 스코어를 산출할 수 있다. 또 다른 예에서, 인공신경망 모델(1200)은 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 혈관 및/또는 분지부에 포함된 픽셀에 대한 레이블링을 수행하는 세그멘테이션 모델을 포함할 수 있다.
- [95] 인공신경망 모델(1200)은 다층의 노드들과 이들 사이의 연결로 구성된 다층 퍼셉트론(MLP: multilayer perceptron)으로 구현된다. 본 실시예에 따른 인공신경망 모델(1200)은 MLP를 포함하는 다양한 인공신경망 모델 구조들 중의 하나를 이용하여 구현될 수 있다. 도 12에 도시된 바와 같이, 인공신경망 모델(1200)은, 외부로부터 입력 신호 또는 데이터(1210)를 수신하는 입력층(1220), 입력 데이터에 대응한 출력 신호 또는 데이터(1250)를 출력하는 출력층(1240), 입력층(1220)과 출력층(1240) 사이에 위치하며 입력층(1220)으로부터 신호를 받아 특성을 추출하여 출력층(1240)으로 전달하는 n 개(여기서, n 은 양의 정수)의 은닉층(1230_1 내지 1230_ n)으로 구성된다. 여기서, 출력층(1240)은 은닉층(1230_1 내지 1230_ n)으로부터 신호를 받아 외부로 출력한다.
- [96] 인공신경망 모델(1200)의 학습 방법에는, 교사 신호(정답)의 입력에 의해서 문제의 해결에 최적화되도록 학습하는 지도 학습(Supervised Learning) 방법과, 교사 신호를 필요로 하지 않는 비지도 학습(Unsupervised Learning) 방법이 있다. 일 실시예에 따르면, 정보 처리 시스템은 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상을 이용하여 인공신경망 모델(1200)을 학습시킬 수 있다.
- [97] 일 실시예에 따르면, 정보 처리 시스템은 인공신경망 모델(1200)을 학습시키기 위한 학습 데이터를 직접 생성할 수 있다. 예를 들어, 정보 처리 시스템은 하나 이상의 심혈관 조영 영상을 수신하고, 하나 이상의 심혈관 조영 영상으로부터 심혈관의 주 혈관으로부터 분지 혈관으로 분지되는 영역을 결정하고, 결정된 분지부

후보 포인트를 포함하는 학습 데이터 세트를 생성할 수 있다. 그리고 나서, 정보 처리 시스템은 생성된 학습 데이터 세트를 기초로 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 분지부 영역을 검출하기 위한 인공신경망 모델(1200)을 학습시킬 수 있다. 다른 예에서, 정보 처리 시스템은 하나 이상의 심혈관 조영 영상을 수신하여, 심혈관 조영 영상 내에 주 혈관으로 식별되는 영역 또는 지점을 추출하고, 추출된 주 혈관 영역을 포함하는 학습 데이터 세트를 생성할 수 있다. 그리고 나서, 정보 처리 시스템은 생성된 학습 데이터 세트를 기초로 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 주 혈관을 검출하기 위한 인공 신경망 모델(1200)을 학습시킬 수 있다. 또 다른 예에서, 정보 처리 시스템은 심혈관 조영 영상 및 해당 심혈관 조영 영상 내 분지부 포인트를 식별할 수 있는 정보의 데이터 쌍을 포함하는 학습 데이터 세트를 생성할 수 있다. 그리고 나서, 정보 처리 시스템은 생성된 학습 데이터 세트를 기초로 하나 이상의 심혈관 조영 영상 내 분지부 포인트들 사이의 연관성 스코어를 산출하기 위한 인공 신경망 모델(1200)을 학습시킬 수 있다. 또 다른 예에서, 정보 처리 시스템은 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 혈관 및/또는 분지부에 포함된 픽셀에 대한 레이블링이 수행된 데이터를 포함하는 학습 데이터 세트를 생성할 수 있다. 그리고 나서, 정보 처리 시스템은 생성된 학습 데이터 세트를 기초로 심혈관 조영 영상 내의 혈관 및/또는 분지부에 포함된 픽셀에 대해 레이블링을 수행하기 위한 인공신경망 모델(1200)을 학습시킬 수 있다.

[98] 일 실시예에 따르면, 인공신경망 모델(1200)의 입력변수는, 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상을 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 인공신경망 모델(1200)의 입력변수는, 분지부 영역을 포함하는 학습 데이터 세트 등을 포함할 수 있다. 이와 같이 상술된 입력변수가 입력층(1220)을 통해 입력되는 경우, 인공신경망 모델(1200)의 출력층(1240)에서 출력되는 출력변수는 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 각각의 영역이 분지부에 해당하는지 여부, 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 분지부에 대응하는 클래스에 대한 레이블링 등을 나타내거나 특징화하는 벡터가 될 수 있다.

[99] 이와 같이, 인공신경망 모델(1200)의 입력층(1220)과 출력층(1240)에 복수의 입력변수와 대응되는 복수의 출력변수가 각각 매칭되고, 입력층(1220), 은닉층(1230_1 내지 1230_n) 및 출력층(1240)에 포함된 노드들 사이의 시냅스 값이 조정됨으로써, 특정 입력에 대응한 올바른 출력이 추출될 수 있도록 학습될 수 있다. 이러한 학습 과정을 통해, 인공신경망 모델(1200)의 입력변수에 숨겨져 있는 특성을 파악할 수 있고, 입력변수에 기초하여 계산된 출력변수와 목표 출력 간의 오차가 줄어들도록 인공신경망 모델(1200)의 노드들 사이의 시냅스 값(또는 가중치)을 조정할 수 있다. 이렇게 학습된 인공신경망 모델(1200)을 이용하여, 수신된 하나 이상의 심혈관이 촬영된 조영 영상 내의 분지부 후보 포인트(또는 분지부 영역)가 검출될 수 있다.

- [100] 상술한 방법은 컴퓨터에서 실행하기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 제공될 수 있다. 매체는 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수개 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록 수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD 와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장 되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 애플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다.
- [101] 본 개시의 방법, 동작 또는 기법들은 다양한 수단에 의해 구현될 수도 있다. 예를 들어, 이러한 기법들은 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수도 있다. 본원의 개시와 연계하여 설명된 다양한 예시적인 논리적 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양자의 조합들로 구현될 수도 있음을 통상의 기술자들은 이해할 것이다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이러한 상호 대체를 명확하게 설명하기 위해, 다양한 예시적인 구성요소들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들이 그들의 기능적 관점에서 일반적으로 위에서 설명되었다. 그러한 기능이 하드웨어로서 구현되는지 또는 소프트웨어로서 구현되는지의 여부는, 특정 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과되는 설계 요구사항들에 따라 달라진다. 통상의 기술자들은 각각의 특정 애플리케이션을 위해 다양한 방식으로 설명된 기능을 구현할 수도 있으나, 그러한 구현들은 본 개시의 범위로부터 벗어나게 하는 것으로 해석되어서는 안된다.
- [102] 하드웨어 구현에서, 기법들을 수행하는 데 이용되는 프로세싱 유닛들은, 하나 이상의 ASIC들, DSP들, 디지털 신호 프로세싱 디바이스들(digital signal processing devices; DSPD들), 프로그램가능 논리 디바이스들(programmable logic devices; PLD들), 필드 프로그램가능 게이트 어레이들(field programmable gate arrays; FPGA들), 프로세서들, 제어기들, 마이크로제어기들, 마이크로프로세서들, 전자 디바이스들, 본 개시에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 다른 전자 유닛들, 컴퓨터, 또는 이들의 조합 내에서 구현될 수도 있다.
- [103] 따라서, 본 개시와 연계하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 및 회로들은 범용 프로세서, DSP, ASIC, FPGA나 다른 프로그램 가능 논리 디바이스, 이산 게이트나 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본원에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 것들의 임의의 조합으로 구현되거나 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 또한, 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들면, DSP와 마이크로

프로세서, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 연계한 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 구성의 조합으로서 구현될 수도 있다.

- [104] 펌웨어 및/또는 소프트웨어 구현에 있어서, 기법들은 랜덤 액세스 메모리(random access memory; RAM), 판독 전용 메모리(read-only memory; ROM), 비휘발성 RAM(non-volatile random access memory; NVRAM), PROM(programmable read-only memory), EPROM(erasable programmable read-only memory), EEPROM(electrically erasable PROM), 플래시 메모리, 콤팩트 디스크(compact disc; CD), 자기 또는 광학 데이터 스토리지 디바이스 등과 같은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장된 명령들로서 구현될 수도 있다. 명령들은 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행 가능할 수도 있고, 프로세서(들)로 하여금 본 개시에 설명된 기능의 특정 양태들을 수행하게 할 수도 있다.
- [105] 소프트웨어로 구현되는 경우, 상기 기법들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 컴퓨터 판독 가능한 매체 상에 저장되거나 또는 컴퓨터 판독 가능한 매체를 통해 전송될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은 한 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하여 컴퓨터 저장 매체들 및 통신 매체들 양자를 포함한다. 저장 매체들은 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용 가능한 매체들일 수도 있다. 비제한적인 예로서, 이러한 컴퓨터 판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 스토리지, 자기 디스크 스토리지 또는 다른 자기 스토리지 디바이스들, 또는 소망의 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 이송 또는 저장하기 위해 사용될 수 있으며 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터 판독가능 매체로 적절히 칭해진다.
- [106] 예를 들어, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털 가입자 회선(DSL), 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 전송되면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털 가입자 회선, 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들은 매체의 정의 내에 포함된다. 본원에서 사용된 디스크(disk)와 디스크(disc)는, CD, 레이저 디스크, 광 디스크, DVD(digital versatile disc), 플로피디스크, 및 블루레이 디스크를 포함하며, 여기서 디스크들(disks)은 보통 자기적으로 데이터를 재생하고, 반면 디스크들(disks)은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 위의 조합들도 컴퓨터 판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [107] 소프트웨어 모듈은, RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터들, 하드 디스크, 이동식 디스크, CD-ROM, 또는 공지된 임의의 다른 형태의 저장 매체 내에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하거나 저장 매체에 정보를 기록할 수 있도록, 프로세서에 연결될 수 있다. 대안으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수도 있다. 프로세서와 저장 매체는 ASIC 내에 존재할 수도 있다. ASIC은 유

저 단말 내에 존재할 수도 있다. 대안으로, 프로세서와 저장 매체는 유저 단말에서 개별 구성요소들로서 존재할 수도 있다.

[108] 이상 설명된 실시예들이 하나 이상의 독립형 컴퓨터 시스템에서 현재 개시된 주제의 양태들을 활용하는 것으로 기술되었으나, 본 개시는 이에 한정되지 않고, 네트워크나 분산 컴퓨팅 환경과 같은 임의의 컴퓨팅 환경과 연계하여 구현될 수도 있다. 또 나아가, 본 개시에서 주제의 양상들은 복수의 프로세싱 칩들이나 장치들에서 구현될 수도 있고, 스토리지는 복수의 장치들에 걸쳐 유사하게 영향을 받게 될 수도 있다. 이러한 장치들은 PC들, 네트워크 서버들, 및 휴대용 장치들을 포함할 수도 있다.

[109] 본 명세서에서는 본 개시가 일부 실시예들과 관련하여 설명되었지만, 본 개시의 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자가 이해할 수 있는 본 개시의 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형 및 변경이 이루어질 수 있다. 또한, 그러한 변형 및 변경은 본 명세서에 첨부된 특허청구의 범위 내에 속하는 것으로 생각되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 컴퓨팅 장치의 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는, 심혈관 이미지의 3차원 재구성을 위한 CIP 자동 검출 방법에 있어서,
 심혈관이 촬영된 복수의 조영 영상의 각각에 대하여, 상기 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득하는 단계;
 상기 획득된 데이터를 분지부 검출 모델에 입력하여, 상기 복수의 조영 영상의 각각 내의 상기 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 단계;
 및
 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계
 를 포함하는, CIP 자동 검출 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 복수의 조영 영상 내의 상기 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 단계는,
 상기 분지부 검출 모델을 이용하여, 상기 획득된 데이터로부터 상기 심혈관 내의 주 혈관으로부터 분지 혈관으로 분지되는 하나 이상의 포인트를 상기 분지부 후보 포인트로 추출하는 단계
 를 포함하는, CIP 자동 검출 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득하는 단계는,
 상기 복수의 조영 영상의 각각을 이용하여, 상기 심혈관의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵을 획득하는 단계를 포함하는,
 CIP 자동 검출 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 액티베이션 맵은, 심혈관에 대한 조영 영상으로부터 상기 심혈관의 주 혈관을 추출하도록 학습된 주 혈관 추출 모델의 중간 레이어로부터 추출되는,
 CIP 자동 검출 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계는,
 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 사이의 상관 계수를 산출함으로써, 스코어 맵을 생성하는 단계 - 상기 스코어 맵은 상기 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수를 가짐 -; 및
 상기 생성된 스코어 맵을 기초로, 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시키는 단계
 를 포함하는, CIP 자동 검출 방법.

- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 스코어 맵을 생성하는 단계는,
 상기 복수의 조영 영상 중 제1 조영 영상 및 상기 제1 조영 영상에 대응하는 제1 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제1 입력 데이터를 생성하는 단계;
 상기 복수의 조영 영상 중 제2 조영 영상 및 상기 제2 조영 영상에 대응하는 제2 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제2 입력 데이터를 생성하는 단계;
 상기 제1 입력 데이터 및 상기 제2 입력 데이터를 상관계수 추출 모델에 입력하여, 상기 제1 조영 영상과 연관된 제1 세트의 분지부 후보 포인트와 상기 제2 조영 영상과 연관된 제2 세트의 분지부 후보 포인트 사이의 상관계수를 산출하는 단계; 및
 상기 산출된 상관 계수를 이용하여 상기 스코어 맵을 생성하는 단계를 포함하는, CIP 자동 검출 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계는,
 상기 복수의 조영 영상의 각각을 분석하여, 기준 라인을 생성하는 단계;
 상기 기준 라인 중에서, 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트로부터 최근접 위치 포인트를 추출함으로써, 스코어 맵을 생성하는 단계 - 상기 스코어 맵은 상기 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수를 가짐 -; 및
 상기 생성된 스코어 맵을 기초로, 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시키는 단계를 포함하는, CIP 자동 검출 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
 상기 분지부 검출 모델은, 심혈관에 대한 복수의 조영 학습 영상의 각각에 대응하는 액티베이션 맵 내의 상기 심혈관에서의 하나 이상의 분지부 후보 포인트의 각각을 멀티 클래스 중 하나의 클래스로 분류하도록 학습되고,
 상기 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 단계는,
 상기 분지부 검출 모델을 이용하여, 상기 복수의 조영 영상의 각각에서 상기 분지부 후보 포인트 및 상기 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 추출하는 단계를 포함하는,
 CIP 자동 검출 방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계는,

상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 중에서, 동일한 클래스를 가진 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 단계를 포함하는,

CIP 자동 검출 방법.

[청구항 10] 제1항에 따른 방법을 컴퓨터에서 실행하기 위한 명령어들을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 비일시적 기록매체.

[청구항 11] 정보 처리 시스템으로서,
통신 모듈;
메모리; 및
상기 메모리와 연결되고, 상기 메모리에 포함된 컴퓨터 판독 가능한 적어도 하나의 프로그램을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서
를 포함하고,
상기 적어도 하나의 프로그램은,
복수의 조영 영상을 획득하고,
상기 복수의 조영 영상의 각각을 기초로 심혈관의 주 혈관 위치가 식별된 특성 맵을 추출하고,
상기 특성 맵을 분지부 검출 모델에 입력하여, 상기 복수의 조영 영상의 각각과 연관된 분지부 후보 포인트를 추출하고,
상기 복수의 조영 영상의 각각과 연관된 분지부 후보 포인트를 서로 매칭하기 위한 명령어들을 포함하는, 정보 처리 시스템.

[청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 복수의 조영 영상 내의 상기 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 것은,
상기 분지부 검출 모델을 이용하여, 상기 획득된 데이터로부터 상기 심혈관 내의 주 혈관으로부터 분지 혈관으로 분지되는 하나 이상의 포인트를 상기 분지부 후보 포인트로 검출하는 것을 포함하는, 정보 처리 시스템.

[청구항 13] 제11항에 있어서,
상기 심혈관의 적어도 일부를 식별하는 데이터를 획득하는 것은,
상기 복수의 조영 영상의 각각을 이용하여, 상기 심혈관의 주 혈관이 식별된 액티베이션 맵을 획득하는 것을 포함하는, 정보 처리 시스템.

[청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 액티베이션 맵은, 심혈관에 대한 조영 영상으로부터 상기 심혈관의 주 혈관을 추출하도록 학습된 주 혈관 추출 모델의 중간 레이어로부터 추출되는, 정보 처리 시스템.

[청구항 15] 제11항에 있어서,
상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 것은,

상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 사이의 상관 계수를 산출함으로써, 스코어 맵을 생성하고 - 상기 스코어 맵은 상기 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수를 가짐 -,

상기 생성된 스코어 맵을 기초로, 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시키는 것을 포함하는, 정보 처리 시스템.

[청구항 16]

제15항에 있어서,

상기 스코어 맵을 생성하는 것은,

상기 복수의 조영 영상 중 제1 조영 영상 및 상기 제1 조영 영상에 대응하는 제1 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제1 입력 데이터를 생성하고,

상기 복수의 조영 영상 중 제2 조영 영상 및 상기 제2 조영 영상에 대응하는 제2 세트의 분지부 후보 포인트를 한 쌍으로 제2 입력 데이터를 생성하고,

상기 제1 입력 데이터 및 상기 제2 입력 데이터를 상관계수 추출 모델에 입력하여, 상기 제1 조영 영상과 연관된 제1 세트의 분지부 후보 포인트와 상기 제2 조영 영상과 연관된 제2 세트의 분지부 후보 포인트 사이의 상관 계수를 산출하고,

상기 산출된 상관 계수를 이용하여 상기 스코어 맵을 생성하는 것을 포함하는, 정보 처리 시스템.

[청구항 17]

제11항에 있어서,

상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 것은,

상기 복수의 조영 영상의 각각을 분석하여, 기준 라인을 생성하고,

상기 기준 라인 중에서, 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트로부터 최근접 위치 포인트를 추출함으로써, 스코어 맵을 생성하고 - 상기 스코어 맵은 상기 복수의 조영 영상의 개수에 대응되는 차원 수를 가짐 -,

상기 생성된 스코어 맵을 기초로, 상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 매칭시키는 것을 포함하는, 정보 처리 시스템.

[청구항 18]

제11항에 있어서,

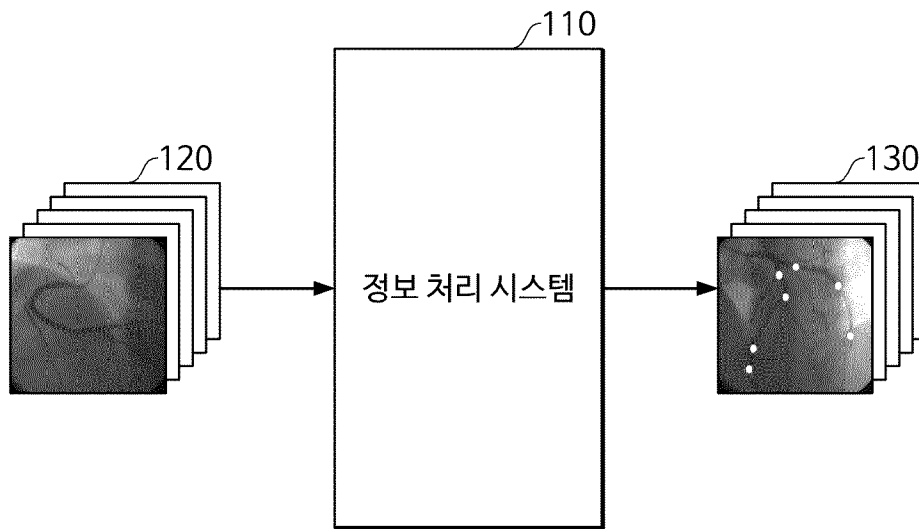
상기 분지부 검출 모델은, 심혈관에 대한 복수의 조영 학습 영상의 각각에 대응하는 액티베이션 맵 내의 상기 심혈관에서의 하나 이상의 분지부 후보 포인트의 각각을 멀티 클래스 중 하나의 클래스로 분류하도록 학습되고,

상기 심혈관에서의 분지부 후보 포인트를 추출하는 것은,

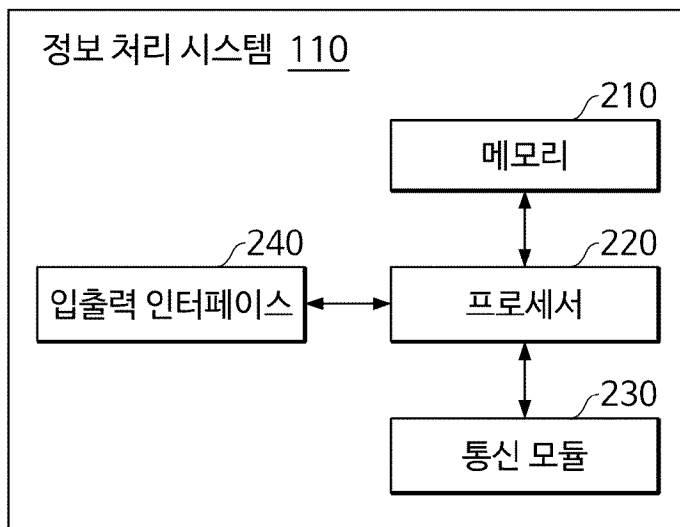
상기 분지부 검출 모델을 이용하여, 상기 복수의 조영 영상의 각각에서 상기 분지부 후보 포인트 및 상기 분지부 후보 포인트에 대응하는 클래스를 추출하는 것을 포함하는, 정보 처리 시스템.

- [청구항 19] 제18항에 있어서,
상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 것은,
상기 복수의 조영 영상의 각각에 대응하는 분지부 후보 포인트 중에서, 동일한 클래스를 가진 분지부 후보 포인트를 서로 매칭시키는 것을 포함하는,
정보 처리 시스템.

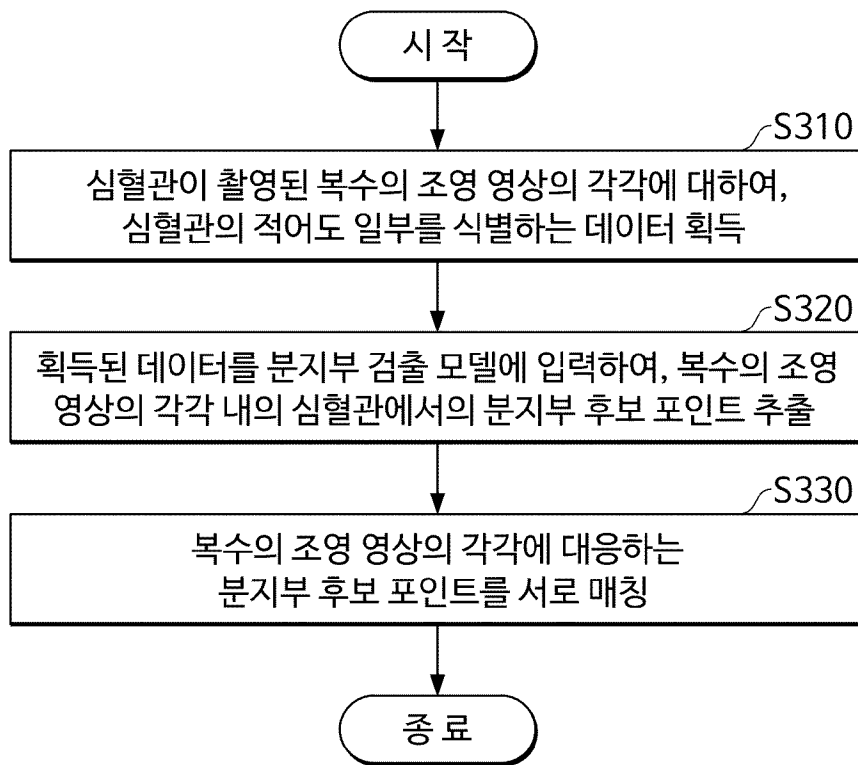
[도1]



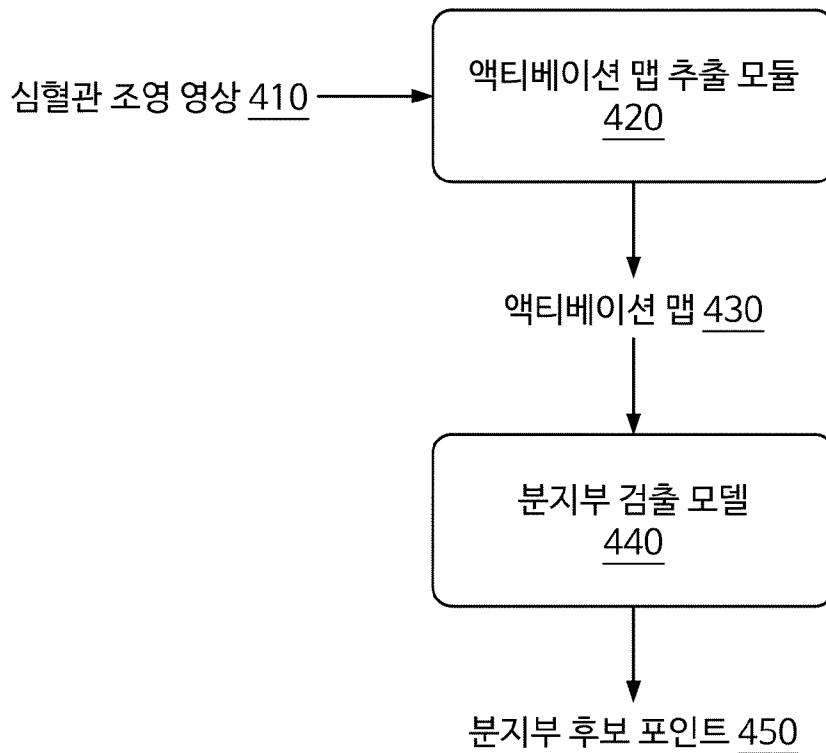
[도2]



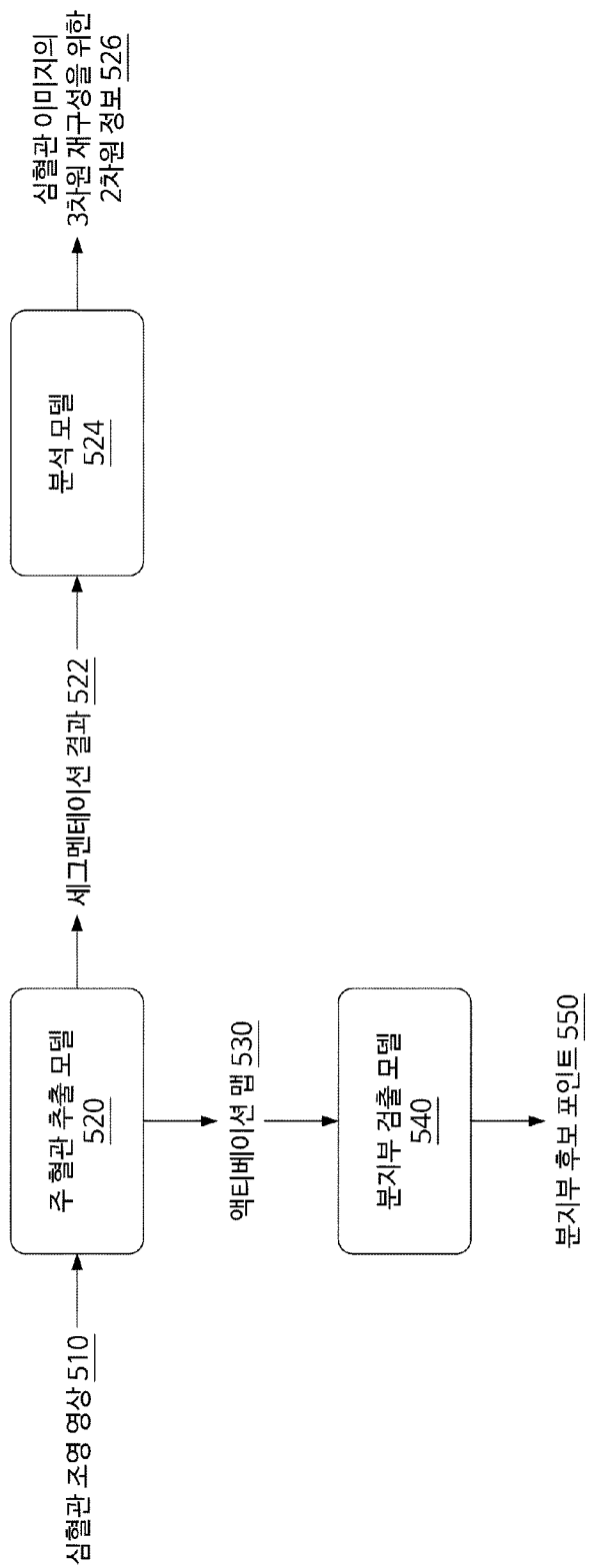
[도3]



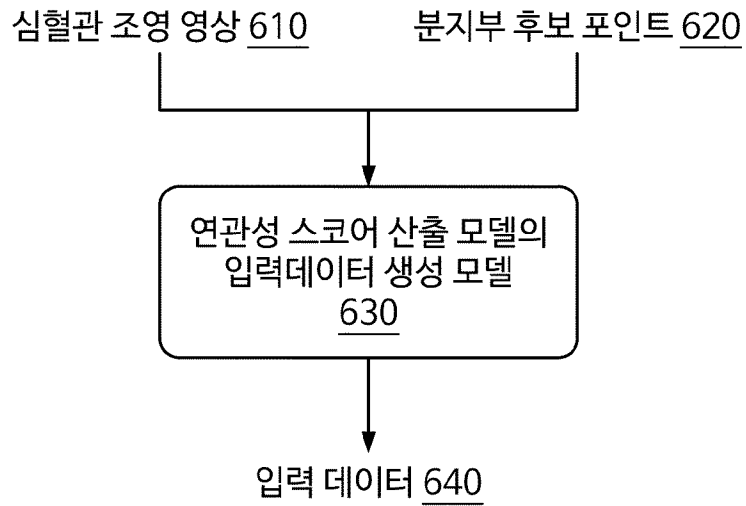
[도4]



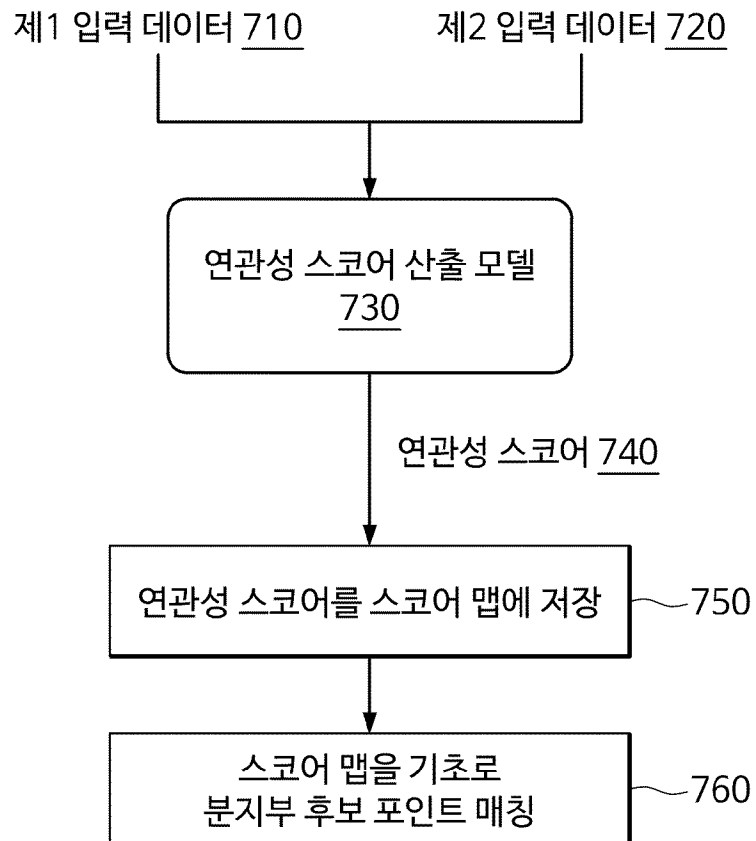
[도5]



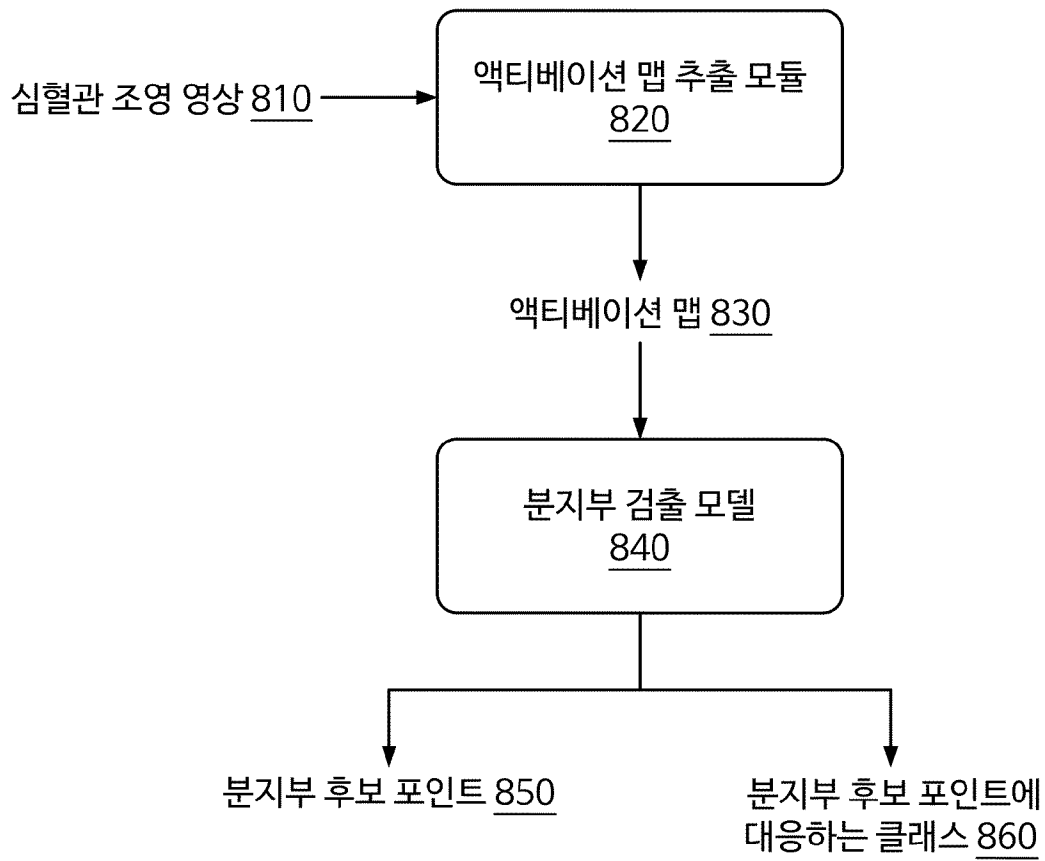
[도6]



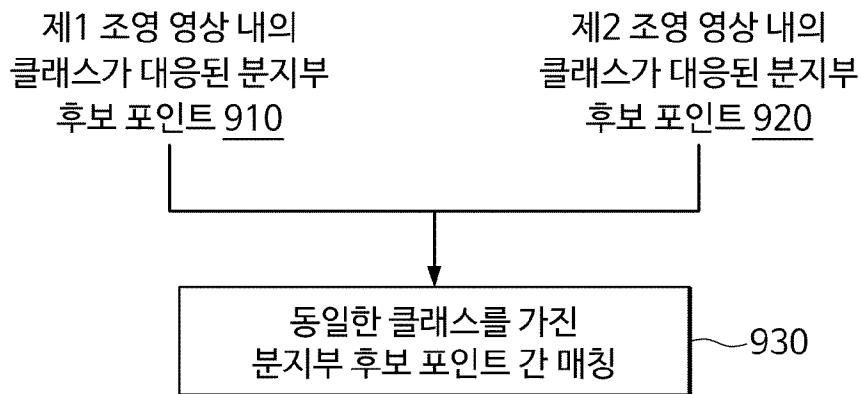
[도7]



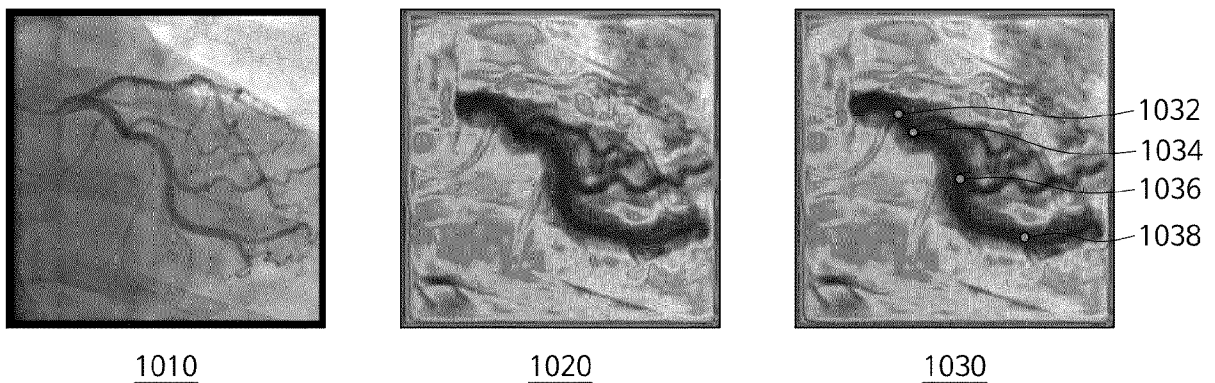
[도8]



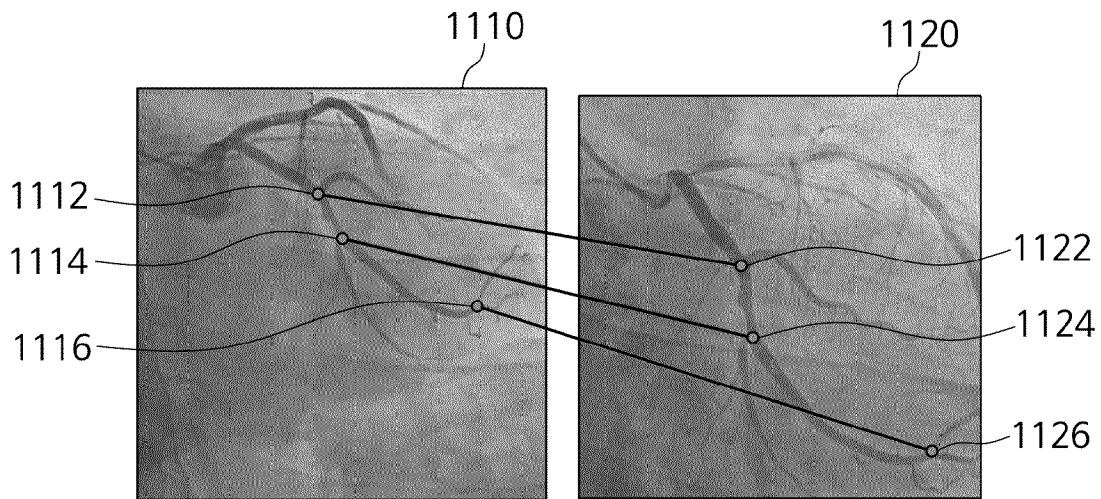
[도9]



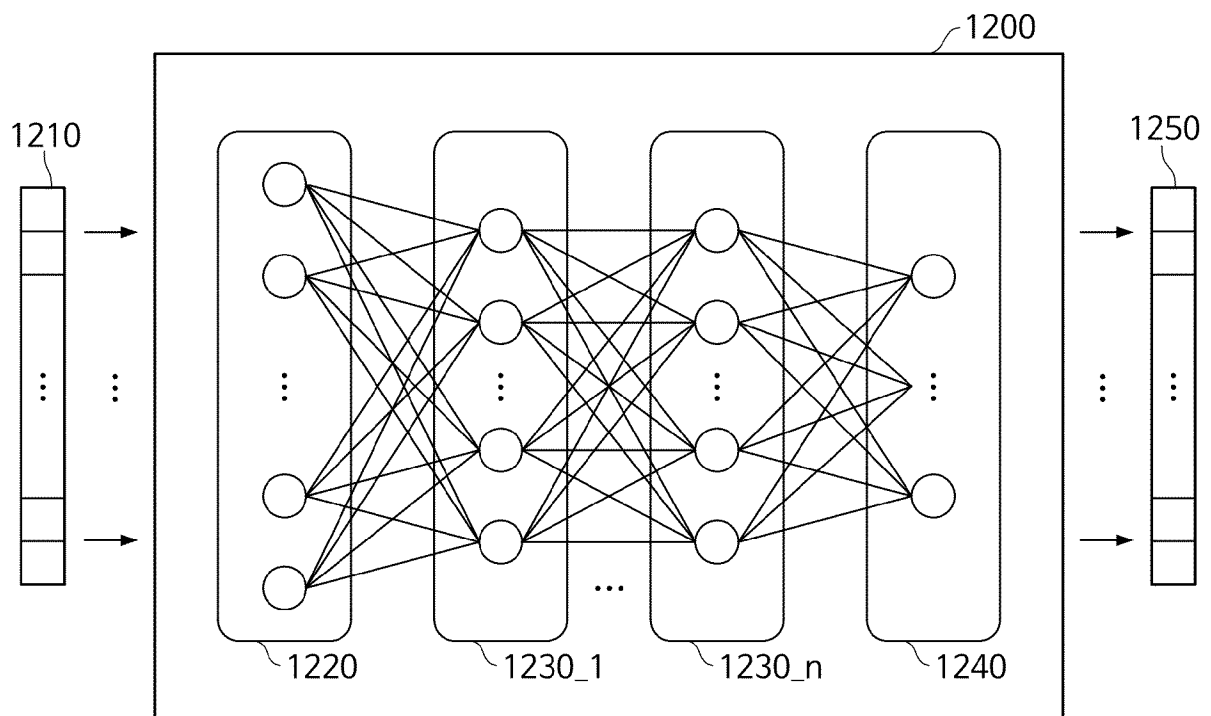
[도10]



[도11]



[도12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/006641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 6/00(2006.01)i; G06T 7/00(2006.01)i; G06T 17/00(2006.01)i; G06N 3/08(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 6/00(2006.01); A61B 1/04(2006.01); A61B 5/055(2006.01); A61B 6/03(2006.01); A61B 8/14(2006.01);
G06N 3/08(2006.01); G06T 1/00(2006.01); G06T 5/30(2006.01)

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: 혈관(vessel), 분기(branch), 엑스선(x-ray), 매칭(matching)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-501567 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 17 January 2013 (2013-01-17) See paragraphs [0065]-[0080] and claims 1, 2, 4 and 15.	1,3,5,10,11,13,15 2,4,6-9,12,14,16-19
Y	JP 2017-012341 A (GE MEDICAL SYSTEMS GLOBAL TECHNOLOGY CO., LLC) 19 January 2017 (2017-01-19) See paragraphs [0031]-[0033] and claims 1-9.	1,3,5,10,11,13,15
A	JP 2019-154571 A (CANON MEDICAL SYSTEMS CORP.) 19 September 2019 (2019-09-19) See paragraphs [0029] and [0032].	1-19
A	JP 2015-505502 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 23 February 2015 (2015-02-23) See paragraphs [0027] and [0029].	1-19



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

21 August 2023

Date of mailing of the international search report

21 August 2023

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/KR2023/006641

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	KR 10-2503882 B1 (MEDIPIXEL, INC. et al.) 27 February 2023 (2023-02-27) See claims 1, 4, 6-11, 14 and 16-19. ** This document is a published earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application.	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2023/006641

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2013-501567	A	17 January 2013	BR	112012002884	A2	19 December 2017
				CN	102473303	A	23 May 2012
				CN	102473303	B	29 July 2015
				EP	2465094	A1	20 June 2012
				EP	2465094	B1	06 January 2016
				JP	5694323	B2	01 April 2015
				RU	2012108740	A	20 September 2013
				RU	2549141	C2	20 April 2015
				US	2012-0148135	A1	14 June 2012
				US	8731271	B2	20 May 2014
				WO	2011-018727	A1	17 February 2011
JP	2017-012341	A	19 January 2017	JP	6605240	B2	13 November 2019
JP	2019-154571	A	19 September 2019	JP	7175613	B2	21 November 2022
JP	2015-505502	A	23 February 2015	BR	112014019059	A2	20 June 2017
				BR	112014019059	A8	11 July 2017
				CN	104105439	A	15 October 2014
				EP	2811889	A1	17 December 2014
				EP	2811889	B1	28 November 2018
				JP	6122875	B2	26 April 2017
				RU	2014136346	A	27 March 2016
				US	2015-0010225	A1	08 January 2015
				US	9280823	B2	08 March 2016
				WO	2013-118047	A1	15 August 2013
KR	10-2503882	B1	27 February 2023	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) A61B 6/00(2006.01)i; G06T 7/00(2006.01)i; G06T 17/00(2006.01)i; G06N 3/08(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) A61B 6/00(2006.01); A61B 1/04(2006.01); A61B 5/055(2006.01); A61B 6/03(2006.01); A61B 8/14(2006.01); G06N 3/08(2006.01); G06T 1/00(2006.01); G06T 5/30(2006.01) 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: 혈관(vessel), 분기(branch), 엑스선(x-ray), 매칭(matching)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	JP 2013-501567 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 2013.01.17 단락 [0065]-[0080] 및 청구항 1, 2, 4, 15	1,3,5,10,11,13,15 2,4,6-9,12,14,16-19
Y	JP 2017-012341 A (GE MEDICAL SYSTEMS GLOBAL TECHNOLOGY CO., LLC) 2017.01.19 단락 [0031]-[0033] 및 청구항 1-9	1,3,5,10,11,13,15
A	JP 2019-154571 A (CANON MEDICAL SYSTEMS CORP.) 2019.09.19 단락 [0029], [0032]	1-19
A	JP 2015-505502 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 2015.02.23 단락 [0027], [0029]	1-19
PX	KR 10-2503882 B1 (주식회사 메디픽셀 등) 2023.02.27 청구항 1, 4, 6-11, 14, 16-19 ** 위 문헌은 본 국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원의 공개된 공보임	1-19
☐ 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 2023년08월21일(21.08.2023)		국제조사보고서 발송일 2023년08월21일(21.08.2023)
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
JP 2013-501567 A	2013/01/17	BR 112012002884 A2	2017/12/19
		CN 102473303 A	2012/05/23
		CN 102473303 B	2015/07/29
		EP 2465094 A1	2012/06/20
		EP 2465094 B1	2016/01/06
		JP 5694323 B2	2015/04/01
		RU 2012108740 A	2013/09/20
		RU 2549141 C2	2015/04/20
		US 2012-0148135 A1	2012/06/14
		US 8731271 B2	2014/05/20
		WO 2011-018727 A1	2011/02/17
JP 2017-012341 A	2017/01/19	JP 6605240 B2	2019/11/13
JP 2019-154571 A	2019/09/19	JP 7175613 B2	2022/11/21
JP 2015-505502 A	2015/02/23	BR 112014019059 A2	2017/06/20
		BR 112014019059 A8	2017/07/11
		CN 104105439 A	2014/10/15
		EP 2811889 A1	2014/12/17
		EP 2811889 B1	2018/11/28
		JP 6122875 B2	2017/04/26
		RU 2014136346 A	2016/03/27
		US 2015-0010225 A1	2015/01/08
		US 9280823 B2	2016/03/08
		WO 2013-118047 A1	2013/08/15
KR 10-2503882 B1	2023/02/27	없음	