

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 9월 1일 (01.09.2022)



(10) 국제공개번호
WO 2022/182180 A1

(51) 국제특허분류:

G06T 7/11 (2017.01) A61B 8/08 (2006.01)
G06T 7/187 (2017.01) G16H 50/20 (2018.01)
G06T 7/13 (2017.01) G16H 30/40 (2018.01)
G06T 7/215 (2017.01) G06T 7/00 (2006.01)

맹신희 (MAENG, Shin Hee); 06601 서울특별시 서초구 서초중앙로 200 12동 1502호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 성병기 (SUNG, Byung Kee); 06651 서울특별시 서초구 사임당로 32 12층 마루특허법률사무소, Seoul (KR).

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/002740

(22) 국제출원일: 2022년 2월 24일 (24.02.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

10-2021-0026361 2021년 2월 26일 (26.02.2021) KR
10-2021-0139303 2021년 10월 19일 (19.10.2021) KR

(71) 출원인: 주식회사 온택트헬스 (ONTACT HEALTH CO., LTD.) [KR/KR]; 03764 서울특별시 서대문구 이화여대길 50-5 5층, Seoul (KR).

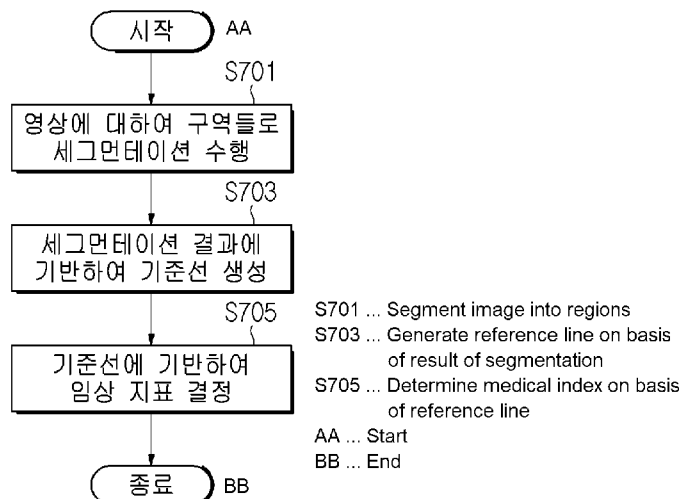
(72) 발명자: 김세근 (KIM, Se Keun); 10306 경기도 고양시 일산동구 숲속마을로 68 608동 403호, Gyeonggi-do (KR). 심학준 (SHIM, Hack Joon); 06214 서울특별시 강남구 인주로 420 102동 1202호, Seoul (KR). 홍영택 (HONG, Young Taek); 04094 서울특별시 마포구 광성로 17 107동 407호, Seoul (KR). 하성민 (HA, Seong Min); 05343 서울특별시 강동구 천중로 208 202호, Seoul (KR).

(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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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 국내 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

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING MEDICAL INDICES IN MEDICAL IMAGE

(54) 발명의 명칭: 의료 영상에서 임상 지표를 검출하기 위한 방법 및 장치



(57) Abstract: The present invention is to detect medical indices in a medical image, and a method for obtaining information from a medical image may comprise the steps of: segmenting regions of the heart in the medical image; generating at least one reference line on the basis of the segmentation; and determining at least one medical index on the basis of the at least one reference line.

(57) 요약서: 본 발명은 의료 영상에서 임상 지표(medical indices)를 검출하기 위한 것으로, 의료 영상에서 정보를 획득하기 위한 방법은, 상기 의료 영상에서 심장의 구역들에 대한 세그멘테이션을 수행하는 단계, 상기 세그멘테이션에 기반하여 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계, 상기 적어도 하나의 기준선에 기반하여 적어도 하나의 임상 지표(medical index)를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

WO 2022/182180 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 의료 영상에서 임상 지표를 검출하기 위한 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 의료 영상의 처리에 대한 것으로, 특히, 의료 영상에서 임상 지표(medical indices)를 검출하기 위한 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 질병은 인간의 심신에 장애를 일으켜서 정상적인 기능을 저해하는 상태를 의미하는 것으로, 질병에 따라 인간은 고통을 받고 심지어 생을 유지하지 못할 수 있다. 따라서, 질병을 진단하고, 치료하고 나아가 예방하기 위한 다양한 사회적 시스템 및 기술들이 인류의 역사와 함께 발전해왔다. 질병의 진단 및 치료에 있어서, 기술의 눈부신 발전에 따라 다양한 도구들 및 방식들이 개발되어 왔지만, 아직까지, 중국적으로는 의사의 판단에 의존하고 있는 현실이다.
- [3] 한편, 최근 인공지능(artificial intelligence, AI) 기술이 크게 발전하면서 다양한 분야에서 주목되고 있다. 특히, 방대한 양의 누적된 의료 데이터와, 영상 위주의 진단 데이터 등의 환경으로 인해, 의료 분야에 인공지능 알고리즘을 접목하려는 다양한 시도와 연구가 진행 중이다. 구체적으로, 질병을 진단, 예측하는 등 종래의 임상적 판단에 머물러 있던 작업들을 인공지능 알고리즘을 이용하여 해결하려는 다양한 연구가 이루어지고 있다. 또한, 진단 등을 위한 중간 과정으로서 의료 데이터를 처리하고 분석하는 작업을 인공지능 알고리즘을 이용하여 해결하려는 다양한 연구가 이루어지고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명은 인공지능(artificial intelligence, AI) 알고리즘을 이용하여 의료 영상으로부터 효과적으로 정보를 획득하기 위한 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [5] 본 발명은 의료 영상으로부터 임상 지표(medical indices)를 자동으로 검출하기 위한 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [6] 본 발명은 의료 영상에 대한 세그먼테이션(segmentation)을 기반으로 임상 지표를 검출하기 위한 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [7] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 일 실시 예에 따른, 의료 영상에서 정보를 획득하기 위한 방법은,

상기 의료 영상에서 심장의 구역들에 대한 세그멘테이션을 수행하는 단계, 상기 세그멘테이션에 기반하여 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계, 상기 적어도 하나의 기준선에 기반하여 적어도 하나의 임상 지표(*medical index*)를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [9] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 임상 지표는, 상기 적어도 하나의 기준선의 길이, 상기 적어도 하나의 기준선의 길이에 기반하여 결정되는 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [10] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 방법은 상기 세그멘테이션에 기반하여 적어도 하나의 기준점을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [11] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준점은, 상기 구역들 중 적어도 하나의 중심점에 기반하여 생성될 수 있다.
- [12] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 구역들은, 제1 영역, 제2 영역, 제3 영역, 제4 영역, 제5 영역, 제6 영역 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [13] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 영역은, 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역 사이에 위치하거나, 상기 제2 영역은, 상기 제4 영역 및 상기 제1 영역 사이에 위치하거나, 상기 제4 영역은, 최상단에 위치하거나, 상기 제5 영역은, 상기 제1 영역의 우측에 인접하거나, 또는 상기 제6 영역은, 상기 제1 영역의 우측에 인접하면서, 상기 제5 영역의 하단에 위치할 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제1 영역의 기준점 및 상기 제1 영역의 좌측 경계선의 중심을 지나고, 상기 제1 영역을 횡단하는 횡단선을 확인하는 단계, 상기 기준점을 지나고, 상기 횡단선과 직교하는 제1 직교선을 확인하는 단계, 및 상기 제1 직교선의 적어도 일부를 포함하도록 제1 기준선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [15] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제1 기준선 및 상기 제2 영역의 세그멘테이션 폐곡선(*segmentation contour*) 간 접점을 지나고, 상기 제2 영역의 장축과 직교하는 제2 직교선을 확인하는 단계, 및 상기 제2 직교선의 적어도 일부를 포함하도록 제2 기준선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [16] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제1 기준선 및 상기 제3 영역의 세그멘테이션 폐곡선 간 접점을 지나고, 상기 제3 영역의 장축과 직교하는 제3 직교선을 확인하는 단계, 및 상기 제3 직교선의 적어도 일부를 포함하도록 제3 기준선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [17] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제2영역에 대응하는 영역의 단축(*short axis*)의 중심선을 확인하는 단계, 상기 중심선 및 상기 영역의 경계선이 만나는 점에서 제2영역의 경계선에 대해 수직하는 제1 수직선을 확인하는 단계, 및 상기 제1 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제1 기준선을 생성하는 단계를 포함하며, 상기 제1 기준선은, 상기

제1영역의 지름을 측정하기 위해 사용될 수 있다.

- [18] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제1 기준선 및 상기 제3영역의 경계선이 만나는 점에서 상기 제3영역의 경계선에 대해 수직하는 제2 수직선을 확인하는 단계, 및 상기 제2 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제2 기준선을 생성하는 단계를 더 포함하며, 상기 제2 기준선은, 상기 제3영역의 두께를 측정하기 위해 사용될 수 있다.
- [19] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제5영역의 경계선 상에 점들 중 상기 제4영역에 가장 가까운 근접점을 확인하는 단계, 상기 근접점을 포함하고, 상기 제5영역 및 상기 제1영역의 이음부(junction)에 평행하는 평행선을 확인하는 단계, 및 상기 평행선의 적어도 일부를 포함하도록 제3 기준선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제5영역의 경계선 상의 사이너스 점(sinus point)을 확인하는 단계, 상기 제6영역에 대응하는 영역의 경계선 상에서 상기 사이너스 점에 가장 가까운 점을 포함하고, 상기 의료 영상의 수직축에 평행하고, 상기 제6영역에 대응하는 영역의 내부를 관통하는 수직선을 확인하는 단계, 및 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제4 기준선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [21] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제5영역의 경계선 상의 사이너스 점(sinus point)을 확인하는 단계, 및 상기 제6영역에 대응하는 영역의 경계선 상에서 상기 사이너스 점에 가장 가까운 점을 포함하고, 상기 제6영역에 대응하는 영역의 장축에 수직하고, 상기 제6영역에 대응하는 영역의 내부를 관통하는 수직선을 확인하는 단계, 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제4 기준선을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [22] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제5영역 및 상기 제1영역의 이음부 상의 일점을 포함하고, 상기 제4영역의 장축의 중심선에 수직인 수직선을 확인하는 단계, 및 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제5 기준선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는, 상기 제5영역 및 상기 제1영역의 이음부 상의 일점을 포함하고, 상기 의료 영상의 수직축에 평행한 수직선을 확인하는 단계, 및 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제5 기준선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [24] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 구역들은, RV(right ventricle), IVS(interventricular septum), 대동맥(aorta), LV(left ventricle), LVPW(LV posterior wall), 또는 LA(left atrium) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [25] 본 발명의 일 실시 예에 따른, 의료 영상에서 정보를 획득하기 위한 장치는, 상기 장치의 동작을 위한 명령어 집합을 저장하는 저장부, 및 상기 저장부와 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 의료 영상에서 심장의 구역들에 대한 세그먼테이션을 수행하고, 상기 세그먼테이션에 기반하여 적어도 하나의 기준선을 생성하고, 상기 적어도 하나의 기준선에 기반하여 적어도 하나의 임상 지표(medical index)를 결정하도록 제어할 수 있다.

[26] 본 발명의 일 실시 예에 따른, 매체에 저장된 프로그램은, 프로세서에 의해 동작되면 전술한 방법을 실행할 수 있다.

[27] 본 발명에 대하여 위에서 간략하게 요약된 특징들은 후술하는 본 발명의 상세한 설명의 예시적인 양상일 뿐이며, 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

발명의 효과

[28] 본 발명에 따르면, 인공지능(artificial intelligence, AI) 알고리즘을 이용하여 의료 영상으로부터 효과적으로 정보가 획득될 수 있다.

[29] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[30] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템을 도시한다.

[31] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 장치의 구조를 도시한다.

[32] 도 3은 본 발명에 적용 가능한 인공지능 모델을 구성하는 퍼셉트론(perceptron)의 예를 도시한다.

[33] 도 4는 본 발명에 적용 가능한 인공지능 모델을 구성하는 인공 신경망의 예를 도시한다.

[34] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 회귀 모델을 이용하여 랜드마크 검출 방식을 결정하는 메커니즘을 도시한다.

[35] 도 6a 내지 도 6c는 랜드마크 검출 방식 별 검출 결과의 예들을 도시한다.

[36] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 세그먼테이션에 기반하여 임상 지표를 검출하는 절차의 예를 도시한다.

[37] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 의료 영상에 대한 세그먼테이션 결과의 예를 도시한다.

[38] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선(reference line)을 결정하는 절차의 예를 도시한다.

[39] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선을 결정하는 절차의 다른 예를 도시한다.

[40] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선을 결정하는 절차의 또 다른 예를 도시한다.

[41] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선을 결정하는 절차의 또 다른 예를 도시한다.

- [42] 도 13a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 ED(end-diastole) 상태의 영상에서 결정된 기준선들의 예를 도시한다.
- [43] 도 13b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 ES(end-systole) 상태의 영상에서 결정된 기준선들의 예를 도시한다.
- [44] 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 세그먼테이션 결과에 기반하여 결정되는 기준점들 및 기준선들의 예를 도시한다.
- [45] 도 15a 및 도 15b는 본 발명에 적용 가능한 LSTM(long short-term memory) 네트워크의 예를 도시한다.
- [46] 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따른 세그먼테이션을 위한 훈련 절차의 예를 도시한다.
- [47] 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따른 심장 이미지 및 전파된 심장 이미지를 도시한다.
- [48] 도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 세그먼테이션 절차의 예를 도시한다.
- [49] 도 19a 내지 도 19c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 데이터 증강의 구체적인 예를 도시한다.
- [50] 도 20은 본 발명의 일 실시 예에 따른 세그먼테이션을 위한 인공지능 모델의 구체적인 구현 예를 도시한다.
- [51] 도 21은 본 발명의 일 실시 예에 따른 세그먼테이션을 위한 인공지능 모델의 다른 구체적인 구현 예를 도시한다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [52] 이하에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.
- [53] 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어서 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그에 대한 상세한 설명은 생략한다. 그리고, 도면에서 본 발명에 대한 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [54]
- [55] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시스템을 도시한다.
- [56] 도 1을 참고하면, 시스템은 서비스 서버(110), 데이터 서버(120), 적어도 하나의 클라이언트 장치(130)를 포함한다.
- [57] 서비스 서버(110)는 인공지능 모델 기반의 서비스를 제공한다. 즉, 서비스 서버(110)는 인공지능 모델을 이용하여 학습 및 예측 동작을 수행한다. 서비스 서버(110)는 네트워크를 통해 데이터 서버(120) 또는 적어도 하나의 클라이언트 장치(130)와 통신을 수행할 수 있다. 예를 들어, 서비스 서버(110)는 데이터 서버(120)로부터 인공지능 모델을 훈련하기 위한 학습 데이터를 수신하고,

훈련을 수행할 수 있다. 서비스 서버(110)는 적어도 하나의 클라이언트 장치(130)로부터 학습 및 예측(prediction) 동작에 필요한 데이터를 수신할 수 있다. 또한, 서비스 서버(110)는 적어도 하나의 클라이언트 장치(130)에게 예측 결과에 대한 정보를 송신할 수 있다.

[58] 데이터 서버(120)는 서비스 서버(110)에 저장된 인공지능 모델의 훈련을 위한 학습 데이터를 제공한다. 다양한 실시 예들에 따라, 데이터 서버(120)는 누구나 접근 가능한 공공 데이터를 제공하거나 또는 허가를 필요로 하는 데이터를 제공할 수 있다. 필요에 따라, 학습 데이터는 데이터 서버(120)에 의해 또는 서비스 서버(120)에 의해 전처리할 수 있다. 다른 실시 예에 따라, 데이터 서버(120)는 생략될 수 있다. 이 경우, 서비스 서버(110)는 외부에서 훈련된 인공지능 모델을 사용하거나 또는 서비스 서버(110)에 오프라인으로 학습 데이터가 제공될 수 있다.

[59] 적어도 하나의 클라이언트 장치(130)는 서비스 서버(110)에 의해 운용되는 인공지능 모델에 관련된 데이터를 서비스 서버(110)와 송신 및 수신한다. 적어도 하나의 클라이언트 장치(130)는 사용자에게 의해 사용되는 장비이며, 사용자에게 의해 입력되는 정보를 서비스 서버(110)에게 송신하고, 서비스 서버(110)로부터 수신되는 정보를 저장하거나 사용자에게 제공(예: 표시)할 수 있다. 경우에 따라, 어느 하나의 클라이언트로부터 송신된 데이터에 기반하여 예측 동작이 수행되고, 예측의 결과에 관련된 정보가 다른 클라이언트에게 제공될 수 있다. 적어도 하나의 클라이언트 장치(130)는 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 스마트폰, 태블릿, 웨어러블 기기 등 다양한 형태의 컴퓨팅 장치일 수 있다.

[60] 도 1에 도시되지 아니하였으나, 시스템은 서비스 서버(110)를 관리하기 위한 관리 장치를 더 포함할 수 있다. 관리 장치는 서비스를 관리하는 주체에 의해 사용되는 장치로서, 서비스 서버(110)의 상태를 모니터링하거나, 서비스 서버(110)의 설정을 제어한다. 관리 장치는 네트워크를 통해 서비스 서버(110)에 접속하거나 또는 케이블 연결을 통해 직접 연결될 수 있다. 관리 장치의 제어에 따라, 서비스 서버(110)는 동작을 위한 파라미터를 설정할 수 있다.

[61] 도 1을 참고하여 설명한 바와 같이, 서비스 서버(110), 데이터 서버(120), 적어도 하나의 클라이언트 장치(130), 관리 장치 등이 네트워크를 통해 연결되고, 상호작용할 수 있다. 여기서, 네트워크는 유선 네트워크 및 무선 네트워크 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 셀룰러 네트워크, 근거리 네트워크, 광역 네트워크 중 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 네트워크는 LAN(local area network), WLAN(wireless LAN), 블루투스(bluetooth), LTE(long term evolution), LTE-A(LTE-advanced), 5G(5th generation) 중 적어도 하나에 기반하여 구현될 수 있다.

[62]

[63] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 장치의 구조를 도시한다. 도 2에 예시된 구조는 도 1의 서비스 서버(110), 데이터 서버(120), 적어도 하나의 클라이언트

장치(130)의 구조로 이해될 수 있다.

[64] 도 2를 참고하면, 장치는, 통신부(210), 저장부(220), 제어부(230)를 포함한다.

[65] 통신부(210)는 네트워크에 접속하고, 다른 장치와 통신을 수행하기 위한 기능을 수행한다. 통신부(210)는 유선 통신 및 무선 통신 중 적어도 하나를 지원할 수 있다. 통신을 위해, 통신부(210)는 RF(radio frequency) 처리 회로, 디지털 데이터 처리 회로 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 경우에 따라, 통신부(210)는 케이블을 연결하기 위한 단자를 포함하는 구성요소로 이해될 수 있다. 통신부(210)는 데이터, 신호를 송신 및 수신하기 위한 구성요소이므로, '송수신부(transceiver)'라 지칭될 수 있다.

[66] 저장부(220)는 장치의 동작을 위해 필요한 데이터, 프로그램, 마이크로 코드, 명령어 집합, 어플리케이션 등을 저장한다. 저장부(220)는 일시적 또는 비일시적 저장 매체로 구현될 수 있다. 또한, 저장부(220)는 장치에 고정되어 있거나, 또는 분리 가능한 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 저장부(220)는 콤팩트 플래시(compact flash, CF) 카드, SD(secure digital) 카드, 메모리 스틱(memory stick), 솔리드 스테이트 드라이브(solid-state drive; SSD) 및 마이크로(micro) SD 카드 등과 같은 낸드 플래시 메모리(NAND flash memory), 하드 디스크 드라이브(hard disk drive; HDD) 등과 같은 마그네틱 컴퓨터 기억 장치 중 적어도 하나로 구현될 수 있다.

[67] 제어부(230)는 장치의 전반적인 동작을 제어한다. 이를 위해, 제어부(230)는 적어도 하나의 프로세서, 적어도 하나의 마이크로 프로세서 등을 포함할 수 있다. 제어부(230)는 저장부(220)에 저장된 프로그램을 실행하고, 통신부(210)를 통해 네트워크에 접속할 수 있다. 특히, 제어부(230)는 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 알고리즘들을 수행하고, 후술하는 실시 예들에 따라 장치가 동작하도록 제어할 수 있다.

[68]

[69] 도 1 및 도 2를 참고하여 설명한 구조에 기반하여, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 인공지능 알고리즘 기반의 서비스가 제공될 수 있다. 여기서, 인공지능 알고리즘을 구현하기 위해 인공 신경망으로 이루어진 인공지능 모델이 사용될 수 있다. 인공 신경망의 구성 단위인 퍼셉트론(perceptron) 및 인공 신경망의 개념은 다음과 같다.

[70] 퍼셉트론은 생물의 신경 세포를 모델링한 것으로서, 다수의 신호들을 입력으로 삼아 하나의 신호를 출력하는 구조를 가진다. 도 3은 본 발명에 적용 가능한 인공지능 모델을 구성하는 퍼셉트론의 예를 도시한다. 도 3을 참고하면, 퍼셉트론은 입력 값들(예: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) 각각 대하여 가중치들(302-1 내지 302-n)(예: $w_{1j}, w_{2j}, w_{3j}, \dots, w_{nj}$)을 곱한 후, 가중치 곱해진(weighted) 입력 값들을 변환 함수(transfer function)(304)을 이용하여 합산한다. 합산 과정에서, 바이어스(bias) 값(예: b_k)이 더해질 수 있다. 퍼셉트론은 변환 함수(304)의 출력인 네트(net) 입력 값(예: net_j)에 대하여 활성화 함수(activation function)(406)을

적용함으로써, 출력 값(예: o_j)을 생성한다. 경우에 따라, 활성화 함수(406)은 임계치(예: θ_j)에 기반하여 동작할 수 있다. 활성화 함수는 다양하게 정의될 수 있다. 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니나, 예를 들어, 활성화 함수로서, 스텝 함수(step function), 시그모이드(sigmoid), Relu, Tanh 등이 사용될 수 있다.

[71] 도 3와 같은 퍼셉트론들이 나열되고, 레이어를 이름으로써 인공 신경망이 설계될 수 있다. 도 4는 본 발명에 적용 가능한 인공지능 모델을 구성하는 인공 신경망의 예를 도시한다. 도 4에서, 원으로 표현된 각 노드는 도 3의 퍼셉트론으로 이해될 수 있다. 도 4를 참고하면, 인공 신경망은 입력 레이어(input layer)(402), 복수의 은닉 레이어(hidden layer)들(404a, 404b), 출력 레이어(output layer)(406)를 포함한다.

[72] 예측을 수행하는 경우, 입력 레이어(402)의 각 노드로 입력 데이터가 제공되면, 입력 데이터는 입력 레이어(402), 은닉 레이어들(404a, 404b)을 이루는 퍼셉트론들에 의한 가중치 적용, 변환 함수 연산 및 활성화 함수 연산 등을 거쳐 출력 레이어(406)까지 순전파(forward propagation)된다. 반대로, 훈련을 수행하는 경우, 출력 레이어(406)로부터 입력 레이어(402)를 향한 역전파(backward propagation)를 통해 오차가 계산되고, 계산된 오차에 따라 각 퍼셉트론에 정의된 가중치 값들이 갱신될 수 있다.

[73]

[74] 본 발명은 의료 영상으로부터 임상 지표를 검출하기 위한 기술을 제안한다. 구체적으로, 본 발명은 환자의 심장 형태, 구조 또는 기능을 평가 또는 진단하기 위해 사용되는 2D 초음파 영상에서 다중 구조들(예: 좌심방, 좌심실, 우심방, 우심실, 내벽 등)을 보다 강건하게 세그먼테이션(segmentation)하고, 주요한 랜드마크(예: Apex, Annulus 등)를 검출함으로써 임상적으로 중요한 지표들을 도출하는 기술을 제안한다.

[75] 심장 초음파 검사는 일상적으로 사용되는 일차적인 필수 검사로서, 비침습적이며, 낮은 검사 비용으로 실시 가능하다. 심장 초음파 검사는 심장의 구조적, 기능적 평가를 가능하게 하며, 추가적인 검사가 필요한 경우 이차적 검사가 이어서 시행될 수 있다. 전술한 특징들로 인하여, 심장 초음파 영상으로부터 데이터로 구축하는 것은 다른 의료 장비에 기반하는 방식보다 비교적 수월하다. 그러나, 분석 과정 중 발생하는 의료 전문가의 인력 비용, 시간적 비용이 크게 발생하므로, 심초음파 영상은 유용성을 더욱 높일 수 있는 가능성을 가지고 있는 데이터이다.

[76] 심장 초음파 데이터의 경우, 미국 심장학회의 권고 기준에 따라 심장을 촬영한 위치에 기초하여 세분화된 명칭이 정해지고, 세분화된 명칭에 따라 심장 초음파 분석 방법 또한 상이하다. 따라서, 심장 초음파 데이터를 정량화 하는데 심장 초음파 분석 전문가가 필수적으로 요구된다. 최근, 이러한 문제점을 해결하기 위해, 심장 초음파 분석 자동화를 위한 연구가 진행되고 있으며, 인공지능 기법을 사용하여 좌심실의 구조적 위치를 세그먼테이션하는 연구들이 보고된

바 있다.

- [77] 인공지능을 사용하여 특정한 심장 구조들을 세그먼테이션하는 기법들은 다수 소개되고 있지만, 실제 임상적으로 의미있는 랜드마크들을 검출하는 기법들은 세그먼테이션 기술에 비해 훨씬 적으며, 특정한 영상 뷰(예: A2CH, A3CH, A4CH, PSAX, PLAX(parasternal long axis) 등)에서 이루어지는 것이 대부분이다. 이로 인해, 같은 구조일지라도 서로 상이하기 보이는 각 영상 뷰를 고려하지 못하며, 이는 성능 저하를 초래할 수 있다.
- [78] 같은 심장 구조를 영상 내에 포함하더라도, 영상 뷰에 따라 다른 특성을 가진다. 예를들어, A2CH는 좌심방과 좌심실만을 포함하고, A4CH는 좌심방과 좌심실뿐만 아니라 우심방과 우심실까지 포함한다. 이와 같이, A2CH 및 A4CH는 동일한 심장 구조를 표현하지만, 서로 다른 장기 기관들을 표현하는 뷰들 각각으로부터 보다 강건한 랜드마크 검출을 위하여 도 5와 같이 회귀 모델(regression model)을 통해 주어진 뷰에 대하여 영상 자체에서 랜드마크를 검출할지 또는 세그먼테이션을 수행한 결과에서 랜드마크를 검출할지가 결정될 수 있다.
- [79] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 회귀 모델을 이용하여 랜드마크 검출 방식을 결정하는 메커니즘을 도시한다. 도 5를 참고하면, A2CH(502), A4CH(504), PSAX(506) 등의 뷰에서 촬영된 영상들이 회귀 모델(510)이 입력된다. 회귀 모델(510)에 의해, 영상 기반 검출(image-based detection)(522), 세그먼테이션 기반 검출(segmentation-based detection)(524), 상호보완적 검출(complement detection)(526) 중 하나가 선택될 수 있다. 위와 같이, 회귀 모델(510)의 입력으로서 특정 뷰의 영상이 제공될 때, 어떤 뷰인지 예측될 수 있으며, 이를 통해 어떠한 접근 방식을 사용할지 정해질 수 있다. 각 뷰에 따라 육안으로 잘 보이는 특정 구조가 다르기 때문에, 영상을 보다 효율적으로 처리하기 위해 영상 기반 검출(522), 세그먼테이션 기반 검출(524), 상호보완적 검출(526) 중 하나가 사용된다.
- [80] 도 6a 내지 도 6c는 랜드마크 검출 방식 별 검출 결과의 예들을 도시한다. 도 6a를 참고하면, A2CH(602)는 영상 기반 검출(622)에 의해 분석될 수 있다. 영상 기반 검출(622)의 경우, 초음파 영상만을 이용하여 랜드마크(예: Apex(632), Annulus(634a, 634b))가 검출될 수 있다. 영상 기반 검출(622)은 세그먼테이션을 수행하지 아니하고, 영상만으로부터 랜드마크를 검출하기 때문에, 보다 빠르게 랜드마크를 검출할 수 있는 장점을 가진다.
- [81] 도 6b를 참고하면, A2CH(602)는 세그먼테이션 기반 검출(624)에 의해 분석될 수 있다. 세그먼테이션 기반 검출(624)의 경우, 초음파 영상에 대한 세그먼테이션이 수행된 후, 세그먼테이션 결과에서 랜드마크가 검출된다. 따라서, 영상 기반 검출(622)에 비해 비교적 많은 시간이 소요되지만, 최근 인공지능을 통해 시간 소요가 크게 감소되었다. 또한, 인공지능 알고리즘은 임상인이 납득할 만한 수준의 영상 세그먼테이션 결과를 도출하기 때문에, 영상

기반 검출(622)과 같이 단일 영상만을 기반으로 랜드마크를 검출하는 것보다 비교적 높은 정확도로 랜드마크(예: Apex(642), Annulus(644a, 644b))가 검출될 수 있다.

- [82] 도 6c를 참고하면, A2CH(602)는 상호보완적 검출(626)에 의해 분석될 수 있다. 상호보완적 검출(626)의 경우, 영상 기반 검출(622) 또는 세그먼테이션 기반 검출(624) 중 하나의 방식으로만 랜드마크를 검출하기 어려운 경우에 사용될 수 있다. 상호보완적 검출(626)은 영상 기반 검출(622)에 의해 결정된 확률(예: Apex(632), Annulus(634a, 634b)) 및 세그먼테이션 기반 검출(624)에 의해 결정된 확률(예: Apex(642), Annulus(644a, 644b))을 베이지안 방법으로 정제 및 보완하고, 랜드마크를 검출할 수 있다.
- [83] 심장 초음파 영상에서 다양한 임상 지표들을 측정하기 위한 가이드라인은 ASE(the American Society of Echocardiography)에서 정의된다. ASE의 가이드라인을 따라 임상 지표를 측정하기 위해서, ASE에서 정의된 임상적 특정 랜드마크들이 필요하다. 이때, 분석이 필요한 환자의 심장 초음파 영상에서 특정 랜드마크들을 검출하기 위해서, 사람의 개입이 불가피하며, 이로 인해 시간과 비용이 소요되었다. 따라서, 본 발명은 사람의 개입 없이 임상 지표를 측정하는 기술을 제안한다. 본 발명에서 제안되는 기술을 통해, 분석이 필요한 환자의 심초음파 영상에서 특정 랜드마크들이 자동으로 검출될 수 있고, 기존 대비 시간과 비용의 소요가 크게 감소될 것이 기대된다.
- [84]
- [85] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 세그먼테이션에 기반하여 임상 지표를 검출하는 절차의 예를 도시한다. 도 7은 연산 능력을 가진 장치(예: 도 1의 서비스 서버(110))의 동작 방법을 예시한다.
- [86] 도 7을 참고하면, S701 단계에서, 장치는 영상에 대해 구역들로 세그먼테이션을 수행한다. 장치는 세그먼테이션을 위해 설계되고, 훈련된 인공지능 모델을 이용하여 세그먼테이션을 수행할 수 있다. 예를 들어, 영상은 심장 초음파 영상으로서, PLAX 뷰의 영상일 수 있다. 구역들은 심장을 구성하는 공간들, 근육, 혈관 등을 의미한다. 예를 들어, 도 8과 같이, 세그먼테이션에 의해, RV(right ventricle)(802), IVS(interventricular septum)(804), 대동맥(aorta)(806), LV(left ventricle)(808), LVPW(LV posterior wall)(810), LA(left atrium)(812)가 확인될 수 있다.
- [87] S703 단계에서, 장치는 세그먼테이션 결과에 기반하여 적어도 하나의 기준선을 생성한다. 기준선은 세그먼테이션에 의해 획득된 구역들에 기반하여 생성될 수 있다. 예를 들어, 기준선은 구역들 간 상대적 위치, 구역들의 위치 관계에 기반한 점, 각 구역의 경계선 등에 기반하여 결정될 수 있다.
- [88] S705 단계에서, 장치는 적어도 하나의 기준선에 기반하여 적어도 하나의 임상 지표를 결정한다. 예를 들어, 적어도 하나의 임상 지표는 생성된 적어도 하나의 기준선의 길이, 적어도 하나의 기준선에 기반하여 결정되는 값 등을 포함할 수

있다.

- [89] 도 7에 도시되지 아니하였으나, 적어도 하나의 기준선에 기반하여 결정된 적어도 하나의 임상 지표는 사용자에게 제공될 수 있다. 예를 들어, 장치는 표시 장치를 통해 적어도 하나의 임상 지표를 표시할 수 있다. 이때, 적어도 하나의 임상 지표는 의료 영상에 겹쳐지도록 표시되거나, 별도의 인터페이스를 통해 표시될 수 있다. 의료 영상에 겹쳐지도록 표시되는 경우, 각 임상 지표는 대응하는 기준선으로부터 임계 거리 이내의 영역에 배치될 수 있다. 추가적으로, 각 임상 지표 및 대응하는 기준선 간 관련성을 나타내는 지시자(예: 연결선 등)가 함께 표시될 수 있다. 다른 예로, 장치는 적어도 하나의 임상 지표를 나타내는 데이터를 네트워크를 통해 다른 장치로 송신할 수 있다.

[90]

- [91] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선(reference line)을 결정하는 절차의 예를 도시한다. 도 9는 연산 능력을 가진 장치(예: 도 1의 서비스 서버(110))의 동작 방법을 예시한다.

- [92] 도 9를 참고하면, S901 단계에서, 장치는 IVS의 중심선(center line)을 검출한다. 장치는 IVS에 대응하는 영역의 단축(short axis)을 가로지르는 선을 검출한다. 예를 들어, IVS의 중심선은 도 13a의 선(1314a) 또는 도 13b의 선(1314b)이다.

- [93] S903 단계에서, 장치는 IVS에 대한 수직선을 검출한다. 장치는 IVS의 중심선 및 IVS의 경계선이 만나는 점에서 IVS의 경계선에 대해 수직하는 선을 검출한다. 다시 말해, 장치는 S901 단계에서 검출된 중심선 및 IVS에 대응하는 영역의 경계선이 만나는 점에서 IVS의 경계선에 대해 수직하는 선을 검출한다. 여기서, 수직선은 LV에 대응하는 영역의 내부를 관통할 수 있다. 예를 들어, IVS에 대한 수직선은 도 13a의 선(1316) 또는 도 13b의 선(1326)이다.

- [94] S905 단계에서, 장치는 LV의 지름을 검출한다. 즉, 장치는 S903 단계에서 검출된 수직선의 길이를 측정함으로써 LV의 지름을 검출할 수 있다. 즉, S903 단계에서 검출된 수직선은 임상 지표들 중 하나로서, LV의 지름을 측정하기 위해 사용될 수 있다.

- [95] S907 단계에서, 장치는 LVPW 내에서 수직선을 검출한다. 즉, 장치는 S903 단계에서 검출된 수직선 및 LVPW의 경계선이 만나는 점에서 경계선에 대해 수직하는 선을 검출한다. 수직선은 LVPW에 대응하는 영역의 내부를 관통할 수 있다. 예를 들어, LVPW 내에서의 수직선은 도 13a의 선(1314b) 또는 도 13b의 선(1324b)이다. 여기서, 수직선의 길이는 측정하고자 하는 임상 지표들 중 하나로서, LVPW의 두께를 측정하기 위해 사용될 수 있다.

[96]

- [97] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선을 결정하는 절차의 다른 예를 도시한다. 도 10은 연산 능력을 가진 장치(예: 도 1의 서비스 서버(110))의 동작 방법을 예시한다.

- [98] 도 10을 참고하면, S1001 단계에서, 장치는 RV 및 대동맥의 근접점(closest

point)를 검출한다. 예를 들어, 근접점은 대동맥의 경계선 상에 점들 중 RV에 가장 가까운 점일 수 있다. 여기서, 근접점은 사이너스 점일 수 있다. 사이너스 점은 대동맥의 경계선 상의 점들 중 미리 정의된 특징을 가지는 점을 의미한다. 예를 들어, 사이너스 점은 PLAX 뷰의 심장 초음파 영상에서 결정된 대동맥의 경계선의 하단에서 아래를 향해 볼록한 부분의 저점을 의미할 수 있다.

- [99] S1003 단계에서, 장치는 대동맥 및 LV의 이음부(junction)에 대한 평행선을 검출한다. 대동맥 및 LV의 이음부는 세그멘테이션에 의해 획득된 대동맥의 경계선 및 LV의 경계선이 중첩되는 선 또는 적어도 하나의 점을 의미한다. 평행선은 중첩되는 선, 즉, 이음부에 해당하는 선에 평행하면서, S1001 단계에서 확인된 근접점을 포함하는 선이다. 즉, 평행선은 근접점에서 시작하여 대동맥에 대응하는 영역의 내부를 관통한다. 예를 들어, 평행선은 도 13a의 선(1318)일 수 있다.
- [100] S1005 단계에서, 장치는 대동맥 선을 결정한다. 여기서, 대동맥 선은 S1003 단계에서 검출된 평행선을 의미한다. 대동맥 선의 길이는 측정하고자 하는 임상 지표들 중 하나일 수 있다.
- [101]
- [102] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선을 결정하는 절차의 또 다른 예를 도시한다. 도 11은 연산 능력을 가진 장치(예: 도 1의 서비스 서버(110))의 동작 방법을 예시한다.
- [103] S1101 단계에서, 장치는 대동맥에서 사이너스 점(sinus point)을 검출한다. 즉, 장치는 대동맥의 경계선 상의 사이너스 점을 검출한다. 사이너스 점은 대동맥의 경계선 상의 점들 중 미리 정의된 특징을 가지는 점을 의미한다. 예를 들어, 사이너스 점은 PLAX 뷰의 심장 초음파 영상에서 결정된 대동맥의 경계선의 상단에서 위를 향해 혹은 하단에서 아래를 향해 볼록한 부분의 고점 또는 저점을 의미할 수 있다.
- [104] S1103 단계에서, 장치는 LA를 통과하는 수직선을 결정한다. 수직선의 일단은 S1101 단계에서 검출된 사이너스 점에 일치한다. 일 실시 예에 따라, 수직선은 사이너스 점에서 LA에 수직하면서, LA에 대응하는 영역의 내부를 관통하는 선일 수 있다. 다른 실시 예에 따라, 수직선은 LA에 대응하는 영역의 경계선 상에서 사이너스 점에 가장 가까운 점을 포함하고, LA의 장축의 중심선에 수직하면서, LA에 대응하는 영역의 내부를 관통하는 선일 수 있다. 또 다른 실시 예에 따라, 수직선은 LA에 대응하는 영역의 경계선 상에서 사이너스 점에 가장 가까운 점을 포함하고, 의료 영상의 수직축에 평행하고, LA에 대응하는 영역의 내부를 관통하는 선일 수 있다. 예를 들어, 수직선은 도 13b의 선(1328)일 수 있다. 수직선 길이는 측정하고자 하는 임상 지표들 중 하나일 수 있다.
- [105]
- [106] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 기준선을 결정하는 절차의 또 다른 예를 도시한다. 도 12는 연산 능력을 가진 장치(예: 도 1의 서비스 서버(110))의 동작

방법을 예시한다.

- [107] S1201 단계에서, 장치는 IVS 및 대동맥의 이음부를 검출한다. IVS 및 대동맥의 이음부는 세그먼테이션에 의해 획득된 IVS의 경계선 및 대동맥의 경계선이 중첩되는 선 또는 적어도 하나의 점을 의미한다.
- [108] S1203 단계에서, 장치는 RV를 통과하는 수직선을 결정한다. 수직선의 일단은 S1201 단계에서 검출된 이음부 상의 일 점에 일치한다. 일 실시 예에 따라, 수직선은 영상의 수직축과 평행한 선일 수 있다. 다른 실시 예에 따라, 수직선은 RV의 장축(long axis) 중심선에 수직인 선일 수 있다. 예를 들어, 수직선은 도 13a의 선(1312)일 수 있다. 수직선 길이는 측정하고자 하는 임상 지표들 중 하나일 수 있다.
- [109] 도 12를 참고하여 설명한 실시 예에서, IVS 및 대동맥의 이음부가 사용된다. 다른 실시 예에 따라, IVS 및 대동맥의 이음부를 대신하여, LV 및 대동맥의 이음부를 연장한 선과 RV에 대응하는 영역의 경계가 만나는 점이 사용될 수 있다.
- [110]
- [111] 전술한 다양한 실시 예들에 따라, 의료 영상에 대한 세그먼테이션 결과에 기반하여 적어도 하나의 임상 지표가 결정될 수 있다. 예를 들어, PLAX 뷰의 심장 초음파에서 측정될 수 있는 임상 지표들의 예는 이하 [표 1]과 같다.
- [112] [표1]

Measurement	Pearson correlation coefficient (r)
LV septum diameter at the diastole (unit: mm)	0.85
LV septum diameter at the systole (unit: mm)	0.84
LV internal diameter at the diastole (unit: mm)	0.84
LV internal diameter at the systole (unit: mm)	0.86
LV posterior wall diameter at the diastole (unit: mm)	0.86
LV posterior wall diameter at the systole (unit: mm)	0.88
LA diameter (unit: mm)	0.91
Aorta diameter (unit: mm)	0.84
RV diameter (unit: mm)	0.81

- [113] [표 1]에 예시된 임상 지표들은 생성된 적어도 하나의 기준선의 길이로부터 직접적으로 얻어질 수 있는 측정 값들의 예이다. 추가적으로, 적어도 하나의 기준선의 길이로부터 얻어질 수 있는 측정 값들에 기반하여, 이하 [표 2]와 같은 임상 지표들 중 적어도 하나가 더 획득될 수 있다.

[114] [표2]

항목	계산식	설명
EDV (End diastolic volume)	$[7 / (2.4 + \text{LVIDd})] \times \text{LVIDd}^3$	심장의 이완기 말에서의 심실 내부의 용량.
ESV (End systolic volume)	$[7 / (2.4 + \text{LVIDs})] \times \text{LVIDs}^3$	심장의 수축기 말에서의 심실 내부의 용량.
EF (Ejection fraction)	$(\text{LVIDd}^2 - \text{LVIDs}^2 / \text{LVIDd}^2) \times 100(\%)$	좌심실 수축 기능의 가장 중요한 측정 값(the most important and popular measure of left ventricular systolic function). EDV에 대한 1회 박출량의 비율로, 퍼센트로 표현됨(It is the ratio of stroke volume to end diastolic volume, expressed as percentage).
LVmass	$0.8 * 1.04 * [(\text{IVS} + \text{LVID} + \text{LVPW})^3] + 0.6$	좌심실 질량지수.

[115] 전술한 바와 같이, 심장 초음파 영상으로부터 적어도 하나의 임상 지표들이 결정될 수 있다. 전술한 세그먼테이션 결과, 즉, 영역들의 세그먼테이션 폐곡선(segmentation contour)들에 기반하여 임상 지표를 결정하는 실시 예들은 다른 종류의 영상에도 적용될 수 있다. 다시 말해, 주어진 영상에 대하여 세그먼테이션을 수행할 수 있다면, 적어도 하나의 기준점 및 적어도 하나의 기준선에 기반하여 임상 지표가 도출될 수 있다. 적어도 하나의 기준점 및 적어도 하나의 기준선의 예는 도 14와 같다.

[116] 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 세그먼테이션 결과에 기반하여 결정되는 기준점들 및 기준선들의 예를 도시한다. 도 14는 주어진 영상에 대한 세그먼테이션 결과를 예시한다. 도 14를 참고하면, 세그먼테이션에 의해, 제1 영역(1410), 제2 영역(1420), 제3 영역(1430), 제4 영역(1440), 제5 영역(1450), 제6 영역(1460)이 구획된다. 제1 영역(1410)은, 제2 영역(1420) 및 제3 영역(1430) 사이에 위치하고, 제2 영역(1420)은, 제4 영역(1440) 및 제1 영역(1410) 사이에 위치하고, 제4 영역(1440)은, 최상단에 위치하고, 제5 영역(1450)은, 제1 영역(1410)의 우측에 인접하며, 제6 영역(1460)은, 제1 영역(1410)의 우측에 인접하면서, 제5 영역(1450)의 하단에 위치한다.

- [117] 점 a(1411)는 제1 영역(1410)의 중심점이다. 여기서, 중심점은 해당 영역에서의 중심 모멘트(central moments)를 의미한다. 점 b(1412)는 제1 영역(1410)의 좌측 경계선을 양분하는 점이다. 여기서, 좌측 경계선의 일단은 제1 영역(1410)의 좌측에서 제1 영역(1410) 및 제2 영역(1420)의 경계가 분리되는 제2 좌측 점(1413), 좌측 경계선의 타단은 제1 영역(1410) 및 제3 영역(1430)의 경계가 분리되는 제1 좌측 점(1414)이다. 점b(1414)를 지나고, 제1 영역(1410)을 횡단하는 횡단선(1415)이 그려질 수 있으며, 횡단선(1415)에 직교하는 직교선(1416)이 그려질 수 있다. 여기서, 직교선(1416)의 적어도 일부가 기준선으로서 사용될 수 있다.
- [118] 점 c(1421)은 직교선(1416) 및 제2 영역(1420)의 세그먼테이션 폐곡선 간 접점이다. 점 c(1421)를 지나며, 제2 영역(1420)의 장축(1423)과 직교하는 직교선(1423)이 그려질 수 있으며, 직교선(1423)의 적어도 일부가 기준선으로서 사용될 수 있다. 즉, 인접한 영역(예: 제1 영역(1410))에서 생성된 기준선으로부터 확장되는 방식으로 해당 영역(예: 제2 영역(1420)) 내의 기준선이 결정될 수 있다.
- [119] 점 d(1431)은 직교선(1416) 및 제3 영역(1430)의 세그먼테이션 폐곡선 간 접점이다. 점 d(1431)을 지나고, 제3 영역(1430)의 장축(1433)과 직교하는 직교선(1432)이 그려질 수 있으며, 직교선(1432)의 적어도 일부가 기준선으로서 사용될 수 있다. 즉, 인접한 영역(예: 제1 영역(1410))에서 생성된 기준선으로부터 확장되는 방식으로 해당 영역(예: 제3 영역(1430)) 내의 기준선이 결정될 수 있다.
- [120]
- [121] 전술한 다양한 실시 예들에 따라, 의료 영상에 대한 세그먼테이션 결과에 기반하여 임상 지표들이 자동으로 추출 및 제공될 수 있다. 이를 위해, 주어진 의료 영상에 대한 세그먼테이션이 수행되는 것이 요구된다. 영상에 대한 세그먼테이션은 영상 분석 작업의 일종으로, 영상 내에 표현된 대상(object)들 중 관심 있는 목표(target) 대상을 표현한 영역(예: 픽셀들 또는 복셀들의 집합)을 검출 또는 추출하는 연산을 의미한다. 일반적으로, 촬영을 통해 획득된 영상은 관심 대상 외 주변의 다른 대상들을 함께 표현하고 있기 때문에, 영상 세그먼테이션을 통해 관심 대상과 그 외의 대상을 구분하는 것이 요구된다. 영상 세그먼테이션은 단일 영상에 대하여 수행될 수 있으나(예: 도 21과 같이 LSTM, U-net을 포함하는 모델 사용), 시계열적인 영상 세트가 존재하는 경우, 세그먼테이션이 수행될 영상의 전 또는 후의 몇몇 영상들을 더 이용함으로써 영상 세그먼테이션의 정확도가 향상될 가능성이 있다. 이에, 본 발명은 시계열적인 영상 세트를 이용하여 영상 세그먼테이션을 수행하는 다양한 실시 예들을 설명한다. 특히, 본 발명은, 시계열적인 영상 세트 중 일부 영상에만 세그먼테이션 결과를 표현하는 레이블(label)이 부가된 경우, 나머지 주변 영상들에 대응하는 레이블링된(labeled) 영상을 생성하고, 생성된 레이블링된 영상들을 활용하는 다양한 실시 예들을 설명한다.

[122]

- [123] 먼저, 세그먼테이션을 위해 사용될 수 있는 인공지능 모델로서, LSTM(long short-term memory) 네트워크의 구조는 다음과 같다. RNN(recurrent neural network)은 과거에 입력된 정보를 이용하여 현재의 상태를 판단하는 구조를 발현한 인공 신경망이다. RNN은 반복적 구조를 이용하여 이전 단계에서 획득된 정보를 지속적으로 이용한다. RNN의 일종으로서, LSTM 네트워크가 제안된 바 있다. LSTM 네트워크는 장기(long-term) 의존성을 제어하기 위해 제안된 것으로서, RNN과 마찬가지로 반복적 구조를 가진다. LSTM 네트워크의 구조는 이하 도 15a 및 도 15b와 같다.
- [124] 도 15a 및 도 15b는 본 발명에 적용 가능한 LSTM 네트워크의 예를 도시한다.
- [125] 도 15a를 참고하면, LSTM 네트워크는 이전 상태 (t-1)의 h 와 현재 상태 (t)의 입력(x_t)을 통해 다음 네트워크에 전달할 현 상태 h 를 제공한다. LSTM 네트워크는 내부적으로 이전 상태 정보를 이용할지 결정하는 r 의 상태를 통하여 이전 상태를 시계열적으로 계산한다. 은닉 네트워크는 시그모이드 네트워크들(1502a, 502b), tanh 네트워크들(1504), 곱셈 연산자들(1506a, 506b, 506c), 덧셈 연산자(1508)를 포함한다. 시그모이드 네트워크들(1502a, 502b) 각각은 가중치 및 바이어스를 가지며, 활성화 함수로서 시그모이드 함수를 사용한다. tanh 네트워크(1504)는 가중치 및 바이어스를 가지며, 활성화 함수로서 시그모이드 tanh 함수를 사용한다. 시그모이드 네트워크(1502a)는 h_{t-1} 및 x_t 의 가중치 합을 적용한 후, 결과 값 r_t 를 곱셈 연산자(1506a)에게 제공한다. 시그모이드 네트워크(1502b)는 h_{t-1} 및 x_t 의 가중치 합을 적용한 후, 결과 값 z_t 를 곱셈 연산자(1506b, 506c)에게 제공한다. 시그모이드 네트워크(1502b)는 결과 값을 1- 연산자를 통해 곱셈 연산자(1506b)에게 제공한다. 곱셈 연산자(1506b)는 h_{t-1} 및 시그모이드 네트워크(1502b)로부터 1-연산자를 통해 제공된 값에 곱셈을 적용하여 덧셈 연산자에게 제공한다. tanh 네트워크(1504)는 현재 시점 t의 입력 x_t 에 대해 tanh 함수를 적용한 후, 결과 값 $\tilde{h}_t$ 를 곱셈 연산자(1506b)를 통해 덧셈 연산자에게 제공한다. 덧셈 연산자는 입력 받은 값들을 적용하여 h_t 를 결과값으로 출력한다.
- [126] 도 15b를 참고하면, LSTM 네트워크는 입력 레이어 및 출력 레이어 사이의 은닉 네트워크(1510-1 내지 510-3)이 반복되는 구조를 가진다. 이에 따라, 시간의 흐름에 따른 입력들 x_{t-1} , x_t , x_{t+1} 등이 제공되면, 시점 t-1에서의 입력 x_{t-1} 를 위한 은닉 네트워크(1510-1)에서 출력되는 은닉 상태(hidden state) 값은 다음 시점 t에서의 입력 x_t 와 함께 다음 시점 t를 위한 은닉 네트워크(1510-2)로 입력된다. 은닉 네트워크(1510-2)는 시그모이드 네트워크들(1512a, 512b, 512c), tanh 네트워크들(1514a, 514b), 곱셈 연산자들(1516a, 516b, 516c), 덧셈 연산자(1518)를 포함한다. 시그모이드 네트워크들(1512a, 512b, 512c) 각각은 가중치 및 바이어스를 가지며, 활성화 함수로서 시그모이드 함수를 사용한다. tanh 네트워크들(1514a, 514b) 각각은 가중치 및 바이어스를 가지며, 활성화 함수로서

시그모이드 $\tanh$ 함수를 사용한다.

- [127] 시그모이드 네트워크(1512a)은 망각 게이트(forget gate)로서 기능한다. 시그모이드 네트워크(1512a)은 이전 시점의 은닉 레이어의 은닉 상태 값 h_{t-1} 및 현재 시점의 입력 x_t 의 가중치 합에 대해 시그모이드 함수를 적용한 후, 결과 값을 곱셈 연산자(1516a)로 제공한다. 시그모이드 함수의 결과 값은 곱셈 연산자(1516a)에 의해 이전 시점의 셀 메모리(cell memory) 값 C_{t-1} 와 곱해진다. 이를 통해, LSTM 네트워크는 이전 시점의 메모리 값을 망각할지 여부를 판단할 수 있다. 즉, 시그모이드 네트워크(1512a)의 출력 값은 이전 시점의 셀 메모리 값 C_{t-1} 를 얼마나 유지할 것인지를 지시한다.
- [128] 시그모이드 네트워크(1512b) 및 $\tanh$ 네트워크(1514)는 입력 게이트(input gate)로서 기능한다. 시그모이드 네트워크(1512b)은 이전 시점 $t-1$ 의 은닉 상태 값 h_{t-1} 및 현재 시점 t 의 입력 x_t 의 가중치 합에 대해 시그모이드 함수를 적용한 후, 결과 값 i_t 를 곱셈 연산자(1516b)로 제공한다. $\tanh$ 네트워크(1514)는 이전 시점 $t-1$ 의 은닉 상태 값 h_{t-1} 및 현재 시점 t 의 입력 x_t 의 가중치 합에 대해 $\tanh$ 함수를 적용한 후, 결과 값 $\tilde{C}_t$ 를 곱셈 연산자(1516b)로 제공한다. 시그모이드 네트워크(1512b)의 결과 값 i_t 및 $\tanh$ 네트워크(1514)의 결과 값 $\tilde{C}_t$ 은 곱셈 연산자(1516b)에 의해 곱해진 후, 덧셈 연산자(1510)에 제공된다. 이를 통해, LSTM 네트워크는 현재 시점의 셀 메모리 값 C_t 에 현재 시점의 입력 x_t 를 얼마나 반영할지를 결정하고, 결정에 따라 스케일링(scaling)할 수 있다. 덧셈 연산자(1510)에 의해, 망각 계수와 곱해진 이전 시점의 셀 메모리 값 $C_{t-1} \cdot f_t$ 및 $i_t \cdot \tilde{C}_t$ 가 합산된다. 이를 통해, LSTM 네트워크는 현재 시점의 셀 메모리 값 C_t 를 결정할 수 있다.
- [129] 시그모이드 네트워크(1512c), $\tanh$ 네트워크(1514b), 곱셈 연산자(1516c)는 출력 게이트로서 기능한다. 출력 게이트는 현재 시점의 셀 상태에 기반하여 필터링된 값을 출력한다. 시그모이드 네트워크(1512c)는 이전 시점 $t-1$ 의 은닉 상태 값 h_{t-1} 및 현재 시점 t 의 입력 x_t 의 가중치 합에 대해 시그모이드 함수를 적용한 후, 결과 값 o_t 를 곱셈 연산자(1516b)로 제공한다. $\tanh$ 네트워크(1514b)는 현재 시점 t 의 셀 메모리 값 C_t 에 대해 $\tanh$ 함수를 적용한 후, 결과 값을 곱셈 연산자(1516c)에 제공한다. 곱셈 연산자(1516c)는 $\tanh$ 네트워크(1514b)의 결과 값 및 시그모이드 네트워크(1512c)의 결과 값을 곱함으로써 현재 시점 t 의 은닉 상태 값 h_t 를 생성한다. 이를 통해, LSTM 네트워크는 현재 시점의 셀 메모리 값을 은닉 레이어에서 얼마나 유지할지를 제어할 수 있다.
- [130] LSTM 모델은 다양한 변형 모델을 가진다. 도 15b는 LSTM 변형 모델의 일 예를 도시한다. 본 발명에서 이용되는 LSTM 모델은 상술한 실시예로 제한되지 않으며 다양한 변형 모델들이 이용될 수 있다.
- [131]

- [132] 도 16는 본 발명의 일 실시 예에 따른 세그먼테이션을 위한 훈련 절차의 예를 도시한다. 도 16은 연산 능력을 가진 장치(예: 도 1의 서비스 서버(170))의 동작 방법을 예시한다.
- [133] 도 16를 참고하면, S1601 단계에서, 장치는 심장 영상 및 레이블을 획득한다. 심장 영상은 시계열적 영상들 중 일부이며, 심장 영상들은 주기성을 가질 수 있다. 심장 영상은 기준 영상일 수 있다. 레이블은 심장 영상의 적어도 하나의 챔버의 경계를 지시할 수 있다. 즉, 레이블은 심장 영상의 좌심실, 좌심방, 우심실 및 우심방 중 적어도 하나의 경계를 지시할 수 있다. 레이블은 경우에 따라 주석, 마스크, 그라운드 트루 라벨(ground truth label) 등으로 표현될 수 있다.
- [134] 또 다른 예로, 장치는 폐에 대한 초음파 영상 및 레이블을 획득할 수 있다. 폐에 대한 초음파 영상은 시계열적 영상들 중 일부이며 호기 및 흡기의 주기성을 가질 수 있다. 레이블은 폐 초음파 영상의 적어도 하나의 경계를 지시할 수 있다. 본 발명은 주기성을 가지는 시계열적 영상들의 세그먼테이션을 위해 적용될 수 있으며, 상술한 실시 예로 제한되지 않는다. 폐 초음파는 민감도(sensitivity)가 높은 진단 방법이다. 일 예로, 장치는 폐 초음파를 통해 환자 침상에서 촬영되는 흉부 X선과 달리 폐렴, 무기폐, 종양, 횡격막상승 및 흉막삼출을 구별할 수 있다. 흉부 X선은 중심정맥도관 삽입 등의 술기 후 기흉 또는 수흉증 등의 발생을 평가하기 위해 일상적으로 시행된다. 다만, 흉부 X선의 민감도는 이런 술기 후 생기는 소량의 기흉 또는 수흉증을 발견하기에 매우 낮다. 이에 반하여, 폐초음파는 극소량의 기흉(Pneumothorax), 경화(Consolidation), 폐부종(Pulmonary edema), 무기폐, 폐렴 및 흉막삼출(Pleural effusion) 등에 대하여 진단이 가능하다.
- [135] S1603 단계에서, 장치는 획득한 심장 영상에 기초하여 전파된(propagated) 심장 영상 및 전파된 레이블을 획득할 수 있다. 장치는 S1601 단계에서 획득한 심장 영상 및 상기 심장 영상과 시계열적 관계를 가지는 영상을 사용하여 전파된 심장 영상 및 전파된 레이블을 획득할 수 있다. 구체적으로, 장치는 S1601 단계에서 획득한 심장 영상 및 상기 심장 영상과 시계열적 관계를 가지는 영상의 모션 벡터 필드를 추정할 수 있다. 예를 들어, 장치는 인공지능 모델에 기초하여 모션 벡터 필드를 추정할 수 있다. 여기서, 장치는 CNN을 이용하여 모션 벡터 필드를 추정할 수 있다. 또는, 장치는 옵티컬 플로우(optical flow)에 기반하여 모션을 측정할 수 있다. 일 예로, 장치는 LiteflowNet에 기반하여 모션을 측정할 수 있다. 장치는 모션 벡터 필드에 기초하여 전파된 심장 영상 및 전파된 레이블을 획득할 수 있다. 즉, 장치는 심장 영상을 증강할 수 있다. 이에 따라, 장치는 심장 주기를 가지는 영상들 중 일부인 기준 영상에 기초하여 주기에 포함되는 영상들을 증강할 수 있다. 장치는 시계열 데이터 모델링을 수행하는데 충분한 데이터셋을 획득할 수 있다.
- [136] S1605 단계에서, 장치는 시계열 데이터 모델링을 포함하는 인공지능 모델을 학습할 수 있다. 구체적으로, 장치는 획득한 심장 영상 및 레이블, 전파된 심장

영상 및 전파된 레이블에 기초하여 인공지능 모델을 학습할 수 있다. 예를 들어, 인공지능 모델은 LSTM에 기반할 수 있다.

- [137] 도 16을 참고하여 설명한 실시 예에 따르면, 장치는 시간 t 에서의 심장 영상뿐만 아니라 이와 근접한 시간 $t-1$ 에서의 심장 영상 및 시간 $t+1$ 영상을 획득할 수 있다. 장치는 획득한 영상에 기초하여 시간 t 에서의 예측을 수행하기 위해 학습할 수 있다. 즉, 장치는 시간 t 에서의 심장 영상에 대하여 예측(prediction)을 수행하기 위하여 시간 $t-1$ 에서의 심장 영상, 시간 t 에서의 심장 영상 및 시간 $t+1$ 에서의 심장 영상에 기초하여 특징(feature)를 추출할 수 있다. 일 예로, 장치는 ResNet에 기초하여 특징을 추출할 수 있다. 또한, 장치는 추출한 특징을 LSTM에 기초하여 학습할 수 있다. 또한, 장치는 시계열적 심장 영상 모델링을 위하여 ConvLSTM을 사용할 수 있다. 또한, 장치는 근접 프레임들(adjacent frames)을 이용하여 시계열 데이터 모델링을 하기 위해 3D Conv를 사용할 수 있다. 심장 영상에서 추출한 특징은 심장 영상의 좌심실, 좌심방, 우심실 및 우심방 중 적어도 하나의 경계와 관련될 수 있다. 장치는 복수의 영상에 기초하여 특징을 추출할 수 있으며, 상술한 실시 예의 개수로 제한되지 않는다. 다양한 시계열 데이터 모델링과 관련된 인공지능 모델이 사용될 수 있으며, 상술한 실시 예로 제한되지 않는다.
- [138] 도 16을 참고하여 설명한 실시 예들에 따라, 심장에 대한 영상이 증강될 수 있다. 증강된 영상들의 일 예는 이하 도 17과 같다. 도 17는 본 발명의 일 실시 예에 따른 심장 영상 및 전파된 심장 영상을 도시한다. 심장 영상들은 심장 주기(cardiac cycle)를 가질 수 있다. 장치는 심장 영상들 중에서 기준 영상으로서 이완기 중기(Mid-Diastole)(1702), 이완기 말기(End-Diastole)(1704), 수축기 중기(Mid-Systole)(1706) 및 수축기 말기(End-Systole)(1708) 중 적어도 하나의 영상을 획득할 수 있다. 즉, 기준 영상은 심장 사이클(cardiac cycle) 중 적어도 하나의 상태에 촬영된 영상을 포함하는 포함할 수 있으며, 이때 심장 상태는 좌심실의 크기를 기준으로 파악될 수 있다. 구체적인 일 예로, 장치는 이완기 말기(1704) 및 수축기 말기(1708)의 영상들을 기준 영상으로서 획득할 수 있다. 기준 영상은 그라운드 트루(groud truth, GT) 레이블을 포함하는 영상을 의미한다. 영상들은 서로 시계열적 관계를 가지고 있으며 시계열 데이터 모델링에 이용되기에 적합하다. 다만, 장치가 한 번의 심장 주기에서 2장에서 4장 내지의 기준 영상을 획득한 것 만으로는 시계열 데이터 모델링 구조의 인공지능을 학습하기에 부족할 수 있다. 장치는 상술한 바와 같이 모션 벡터 필드에 기초하여 기준 영상으로부터 영상 및 레이블을 전파할 수 있다. 이에 따라, 장치는 복수의 수도 GT(Pseudo GT)들(1722a 내지 1722h)을 획득할 수 있다. 수도 GT들(1722a 내지 1722h)은 전파된 영상으로서 기준 영상과 함께 심장 주기를 구성할 수 있다. 인공지능 모델의 훈련 중 손실 함수에 의한 손실 값 계산 시, 수도 GT들(1722a 내지 1722h)에 관련된 예측 결과에 적용되는 가중치는 기준 영상보다 낮게 설정될 수 있다.

- [139] 한편, 영상의 모션 추정 값에 기초하여 생성된 수도 영상(Pseudo image) 및 수도 GT는 실제 심장의 형태와 다를 수 있다. 이에 따라, 가중치는 실제 영상 및 실제 GT에서 네트워크 학습을 통한 파라미터 가중치(parameter weight) 값의 업데이트를 위해 이용될 수 있다. 생성된 수도 영상 및 수도 GT는 실제 영상 및 실제 GT와 움직임이 클수록 왜곡될 수 있다. 즉, 한 심장 주기 내 시간 차이가 클수록 심장 모션의 추정이 어렵다. 따라서 가중치는 실제 영상 생성 기준이 되는 영상과의 시간차이(r) 값이 클수록 감소할 수 있다. 즉, 가중치는 기준 영상과의 거리가 멀수록 작아질 수 있다. 여기서, 가중치는 실험 값으로 정해질 수 있다. 또한, 상기 심장 주기는 일 예로, 정상인의 경우, 분당 맥박수가 60 내지 100일 수 있다. 또한, 심장박동이 느린 서맥 환자의 경우, 분당 맥박수가 60 이하일 수 있다. 또한, 심장박동이 빠른 빈맥 환자의 경우, 분당 맥박수가 100 이상일 수 있다.
- [140]
- [141] 도 18는 본 발명의 실시 예에 따른 세그먼테이션 절차의 예를 도시한다. 도 18는 연산 능력을 가진 장치(예: 도 1의 서비스 서버(170))의 동작 방법을 예시한다.
- [142] 도 18를 참고하면, S1801 단계에서, 장치는 연속 촬영된 심장 영상들을 획득한다. 즉, 장치는 복수의 심장 영상들을 획득할 수 있다. 획득한 복수의 영상들은 시계열적 관계를 가질 수 있다. 예를 들어, 심장 영상들은 초음파 장비에 의한 촬영 동안 실시간으로 제공될 수 있다.
- [143] S1803 단계에서, 장치는 시계열 데이터 모델링을 포함하는 인공지능 모델을 이용하여 획득한 심장 영상을 세그먼테이션할 수 있다. 일 실시 예에 따라, 장치는 시계열적 영상들(예: 시간 t 내지 시간 $t+n-1$ 까지의 n 개의 영상들)을 입력 데이터로서 사용하고, 시간 t 내지 시간 $t+n-1$ 중 하나의 시간, 시간 $t+n-1$ 이후의 시간 또는 시간 t 이전의 시간에서의 영상에 대한 세그먼테이션 결과를 생성할 수 있다. 여기서, 인공지능 모델은 도 16를 참고하여 설명한 절차와 같이 전파된 심장 영상, 전파된 레이블 및 가중치에 기초하여 훈련된 상태일 수 있다.
- [144]
- [145] 도 19a 내지 도 19c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 데이터 증강의 구체적인 예를 도시한다. 구체적으로, 도 19는 A2CH 심초음파 뷰(echocardiography view)의 일 예를 도시한다. 도 19a는 오리지널 영상 및 주석 마스크(annotation mask)를 나타낸다. 도 19b는 오리지널 영상 및 전파된 마스크(propagated mask)를 나타낸다. 도 19c는 전파된 영상(propagated image) 및 전파된 마스크를 나타낸다. 각 사진의 윗 부분은 시각화된 영상(visualization of image) 및 마스크를 나타낸다. 각 사진의 아랫 부분은 확대된 뷰(magnified of view)를 나타내며, 초록색 라인은 LV의 경계를 나타낸다. 레이블(label)과 마스크(mask)는 혼용되어 사용될 수 있다.
- [146] 심장 영상들은 시간에 따라 변하는 2D 영상이다. 심장 영상 및 주석이 달린 마스크(annotated mask)를 효율적으로 증강하기 위해서, 장치는 심장 모션 벡터

필드(cardiac motion vector field)를 측정하고, 기준 데이터(reference data)를 전파(propagate)할 수 있다. 여기서, 전파(propagate)는 뉴럴 네트워크 상의 전파(propagate)와 달리 영상 변환 방법의 일 예를 가리키는 용어일 수 있다. 예를 들어, 장치는 CNN(convolutional neural network)에 기초하여 심장 모션 벡터 필드를 측정할 수 있다.

[147] 장치는 레이블 및 영상으로 구성된 페어와이즈 데이터(pairwise data)를 생성할 수 있다. 일 예로, 장치는 전파된 레이블(propagated label) 및 그라운드 트루 레이블(ground truth label)이 없는 영상으로 구성된 페어와이즈 데이터(pairwise data)를 생성할 수 있다. 장치는 이러한 데이터를 증강할 수 있다. 기준 영상에서 m (프레임)만큼 떨어진 시점에서 그라운드 트루 라벨이 없는 영상은 I^{i+m} 과 같이 표현될 수 있다. m 번째 증강된 전파된 레이블은 L_p^{i+m} 과 같이 표현될 수 있다.

[148] 증강된 그라운드 트루 라벨이 없는 영상과 증강된 전파된 레이블은 경계가 일치하지 않을 수 있다. 예를 들어, 증강된 라벨이 없는 영상과 증강되고 전파된 레이블은 모션 벡터 필드의 에러(erroneous)에 기초하여 경계가 일치하지 않을 수 있다. 또한, 증강된 라벨이 없는 영상과 증강되고 전파된 레이블은 전파 스텝이 커질수록 경계의 오차가 커질 수 있다. 도 19b를 참고하면, 전파되지 않은 영상과 전파된 레이블의 전파 스텝 사이즈가 2인 경우 영상과 레이블의 오차가 존재한다. 도 19c를 참고하면, 전파되지 않은 영상과 전파된 레이블의 전파 스텝 사이즈가 6인 경우 오차가 존재하며, 스텝 사이즈가 2인 경우에 비해서 오차가 큰 것을 확인할 수 있다. 과거 영상 및 현재 영상을 사용하여 모션 벡터 필드를 추정하는 순차적 전파(sequential propagation)는 모션 벡터 필드의 에러를 야기할 수 있으며, 오리지널 영상을 왜곡시킬 수 있다.

[149] 장치는 레이블뿐만 아니라 영상을 전파함으로써 모션 벡터 필드의 에러를 감소시킬 수 있다. 또한, 장치는 레이블의 전파 스텝과 영상의 전파 스텝을 동일하게 함으로써 정확한 데이터를 증강할 수 있다.

[150]

[151] 도 20d는 본 발명의 일 실시 예에 따른 세그멘테이션을 위한 인공지능 모델의 구체적인 구현 예를 도시한다. 도 20을 참고하면, 인공지능 모델은 ResNet(2010a, 2010b) 및 LSTM(2020a, 2020b)을 포함한다. 도 20에서, ResNet(2010a, 2010b)은 복수의 네트워크들로 표현되었으나, 이는 ResNet(2010a, 2010b)에 의한 특징 추출 동작이 시점 별로 수행됨을 표현한 것으로, 인공지능 모델은 하나의 ResNet을 포함할 수 있다. 유사하게, LSTM(2020a, 2020b)은 복수의 네트워크들로 표현되었으나, 인공지능 모델은 출력이 입력으로 피드백되는 재귀적 구조를 가지는 하나의 LSTM을 포함할 수 있다.

[152] 도 20을 참고하면, 장치는 시간 t 에서의 이미지뿐만 아니라 이와 근접한 시간 $t-1$ 에서의 이미지 및 시간 $t+1$ 이미지를 이용하여 시간 t 에서의 이미지에 대한 예측을 수행한다. ResNet(2010a)는 시간 $t-1$ 에서의 이미지, 시간 t 에서의 이미지, 시간 $t+1$ 에서의 이미지의 특징들을 추출할 수 있다. 추출된 특징들은 시계열

데이터 모델링을 구현하기 위한 LSTM(2020a)에 입력된다. LSTM(2020a)은 특징들에 기반하여 예측 결과(2030a)를 생성하고, LSTM(2020b)으로 예측 결과(2030a)에 대응하는 히든 상태를 전달한다. ResNet(2010b)는 시간 t 에서의 이미지, 시간 $t+1$ 에서의 이미지, 시간 $t+2$ 에서의 이미지의 특징들을 추출하고, LSTM(2020b)는 추출된 특징들 및 LSTM(2020a)으로부터 제공된 히든 상태에 기반하여 예측 결과(2030b)를 생성한다.

[153]

[154] 본 발명의 예시적인 방법들은 설명의 명확성을 위해서 동작의 시리즈로 표현되어 있지만, 이는 단계가 수행되는 순서를 제한하기 위한 것은 아니며, 필요한 경우에는 각각의 단계가 동시에 또는 상이한 순서로 수행될 수도 있다. 본 발명에 따른 방법을 구현하기 위해서, 예시하는 단계에 추가적으로 다른 단계를 포함하거나, 일부의 단계를 제외하고 나머지 단계를 포함하거나, 또는 일부의 단계를 제외하고 추가적인 다른 단계를 포함할 수도 있다.

[155] 본 발명의 다양한 실시 예는 모든 가능한 조합을 나열한 것이 아니고 본 발명의 대표적인 양상을 설명하기 위한 것이며, 다양한 실시 예에서 설명하는 사항들은 독립적으로 적용되거나 또는 둘 이상의 조합으로 적용될 수도 있다.

[156] 또한, 본 발명의 다양한 실시 예는 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 그들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 범용 프로세서(general processor), 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[157] 본 발명의 범위는 다양한 실시 예의 방법에 따른 동작이 장치 또는 컴퓨터 상에서 실행되도록 하는 소프트웨어 또는 머신-실행가능한 명령들(예를 들어, 운영체제, 애플리케이션, 펌웨어(firmware), 프로그램 등), 및 이러한 소프트웨어 또는 명령 등이 저장되어 장치 또는 컴퓨터 상에서 실행 가능한 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체(non-transitory computer-readable medium)를 포함한다.

청구범위

- [청구항 1] 의료 영상에서 정보를 획득하기 위한 방법에 있어서,
상기 의료 영상에서 심장의 구역들에 대한 세그멘테이션을 수행하는 단계;
상기 세그멘테이션에 기반하여 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계;
상기 적어도 하나의 기준선에 기반하여 적어도 하나의 임상 지표(medical index)를 결정하는 단계를 포함하는 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 적어도 하나의 임상 지표는, 상기 적어도 하나의 기준선의 길이,
상기 적어도 하나의 기준선의 길이에 기반하여 결정되는 값 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 세그멘테이션에 기반하여 적어도 하나의 기준점을 생성하는 단계를 더 포함하는 방법.
- [청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준점은, 상기 구역들 중 적어도 하나의 중심점에 기반하여 생성되는 방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 구역들은, 제1 영역, 제2 영역, 제3 영역, 제4 영역, 제5 영역, 제6 영역 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서,
상기 제1 영역은, 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역 사이에 위치하거나,
상기 제2 영역은, 상기 제4 영역 및 상기 제1 영역 사이에 위치하거나,
상기 제4 영역은, 최상단에 위치하거나,
상기 제5 영역은, 상기 제1 영역의 우측에 인접하거나, 또는
상기 제6 영역은, 상기 제1 영역의 우측에 인접하면서, 상기 제5 영역의 하단에 위치하는 방법.
- [청구항 7] 청구항 5에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
상기 제1 영역의 기준점 및 상기 제1 영역의 좌측 경계선의 중심을 지나고, 상기 제1 영역을 횡단하는 횡단선을 확인하는 단계;
상기 기준점을 지나고, 상기 횡단선과 직교하는 제1 직교선을 확인하는 단계; 및
상기 제1 직교선의 적어도 일부를 포함하도록 제1 기준선을 생성하는 단계를 포함하는 방법.
- [청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,

상기 제1 기준선 및 상기 제2 영역의 세그먼테이션 폐곡선(segmentation contour) 간 접점을 지나고, 상기 제2 영역의 장축과 직교하는 제2 직교선을 확인하는 단계; 및
상기 제2 직교선의 적어도 일부를 포함하도록 제2 기준선을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

[청구항 9] 청구항 7에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
상기 제1 기준선 및 상기 제3 영역의 세그먼테이션 폐곡선 간 접점을 지나고, 상기 제3 영역의 장축과 직교하는 제3 직교선을 확인하는 단계; 및
상기 제3 직교선의 적어도 일부를 포함하도록 제3 기준선을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

[청구항 10] 청구항 7에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
상기 제2영역에 대응하는 영역의 단축(short axis)의 중심선을 확인하는 단계;
상기 중심선 및 상기 영역의 경계선이 만나는 점에서 제2영역의 경계선에 대해 수직하는 제1 수직선을 확인하는 단계; 및
상기 제1 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제1 기준선을 생성하는 단계를 포함하며,
상기 제1 기준선은, 상기 제1영역의 지름을 측정하기 위해 사용되는 방법.

[청구항 11] 청구항 7에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
상기 제1 기준선 및 상기 제3영역의 경계선이 만나는 점에서 상기 제3영역의 경계선에 대해 수직하는 제2 수직선을 확인하는 단계; 및
상기 제2 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제2 기준선을 생성하는 단계를 더 포함하며,
상기 제2 기준선은, 상기 제3영역의 두께를 측정하기 위해 사용되는 방법.

[청구항 12] 청구항 5에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
상기 제5영역의 경계선 상에 점들 중 상기 제4영역에 가장 가까운 근접점을 확인하는 단계;
상기 근접점을 포함하고, 상기 제5영역 및 상기 제1영역의 이음부(junction)에 평행하는 평행선을 확인하는 단계; 및
상기 평행선의 적어도 일부를 포함하도록 제3 기준선을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

[청구항 13] 청구항 5에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,

상기 제5영역의 경계선 상의 사이너스 점(sinus point)을 확인하는 단계;
 상기 제6영역에 대응하는 영역의 경계선 상에서 상기 사이너스 점에 가장 가까운 점을 포함하고, 상기 의료 영상의 수직축에 평행하고, 상기 제6영역에 대응하는 영역의 내부를 관통하는 수직선을 확인하는 단계; 및
 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제4 기준선을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

[청구항 14] 청구항 5에 있어서,
 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
 상기 제5영역의 경계선 상의 사이너스 점(sinus point)을 확인하는 단계; 및
 상기 제6영역에 대응하는 영역의 경계선 상에서 상기 사이너스 점에 가장 가까운 점을 포함하고, 상기 제6영역에 대응하는 영역의 장축에 수직하고, 상기 제6영역에 대응하는 영역의 내부를 관통하는 수직선을 확인하는 단계;
 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제4 기준선을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

[청구항 15] 청구항 5에 있어서,
 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
 상기 제5영역 및 상기 제1영역의 이음부 상의 일점을 포함하고, 상기 제4영역의 장축의 중심선에 수직인 수직선을 확인하는 단계; 및
 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제5 기준선을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

[청구항 16] 청구항 5에 있어서,
 상기 적어도 하나의 기준선을 생성하는 단계는,
 상기 제5영역 및 상기 제1영역의 이음부 상의 일점을 포함하고, 상기 의료 영상의 수직축에 평행한 수직선을 확인하는 단계; 및
 상기 수직선의 적어도 일부를 포함하도록 제5 기준선을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

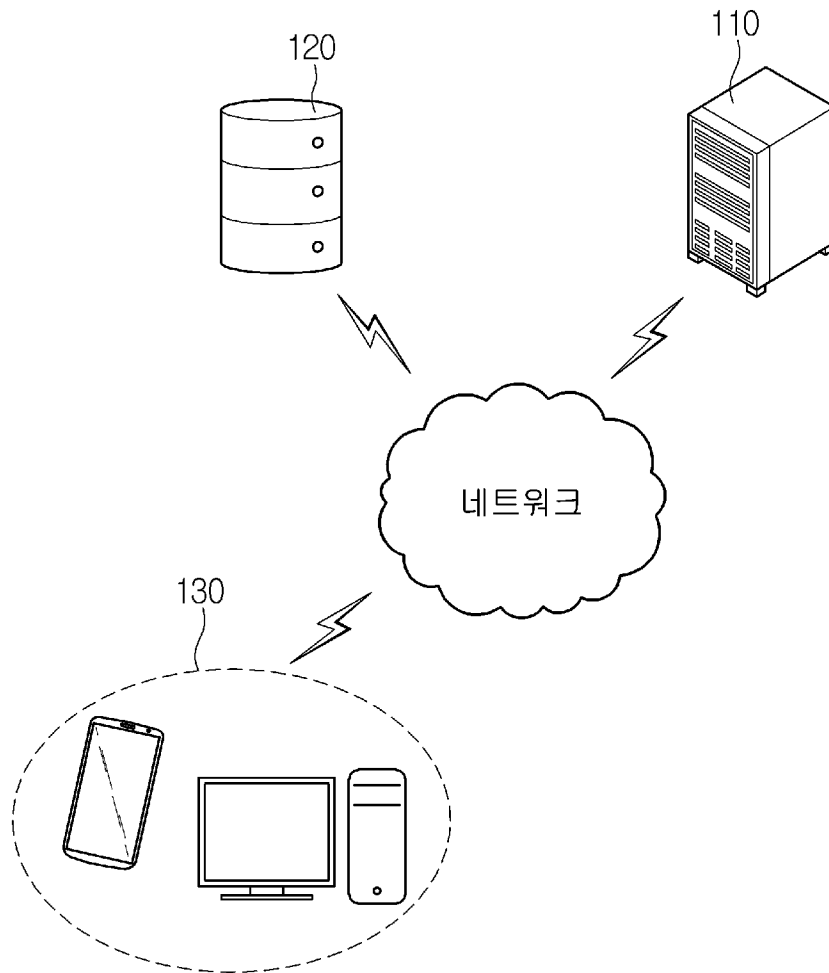
[청구항 17] 청구항 1에 있어서,
 상기 구역들은, RV(right ventricle), IVS(interventricular septum), 대동맥(aorta), LV(left ventricle), LVPW(LV posterior wall), 또는 LA(left atrium) 중 적어도 하나를 포함하는 방법.

[청구항 18] 의료 영상에서 정보를 획득하기 위한 장치에 있어서,
 상기 장치의 동작을 위한 명령어 집합을 저장하는 저장부; 및
 상기 저장부와 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함하며,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 의료 영상에서 심장의 구역들에 대한 세그멘테이션을 수행하고,
 상기 세그멘테이션에 기반하여 적어도 하나의 기준선을 생성하고,
 상기 적어도 하나의 기준선에 기반하여 적어도 하나의 임상 지표(medical

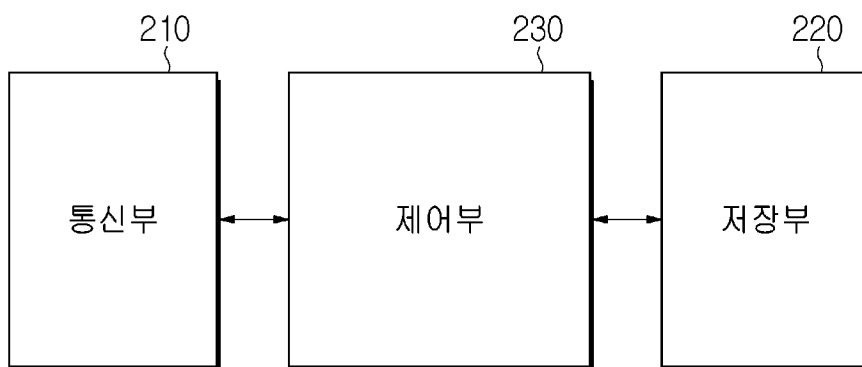
index)를 결정하도록 제어하는 장치.

[청구항 19] 프로세서에 의해 동작되면 제1항 내지 제17항 중의 어느 한 항에 따른 방법을 실행하기 위해 매체에 저장된 프로그램.

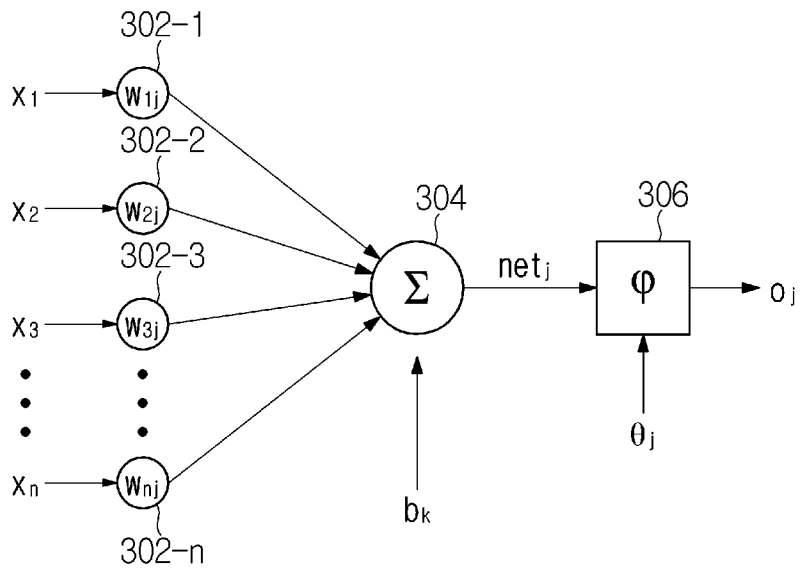
[도1]



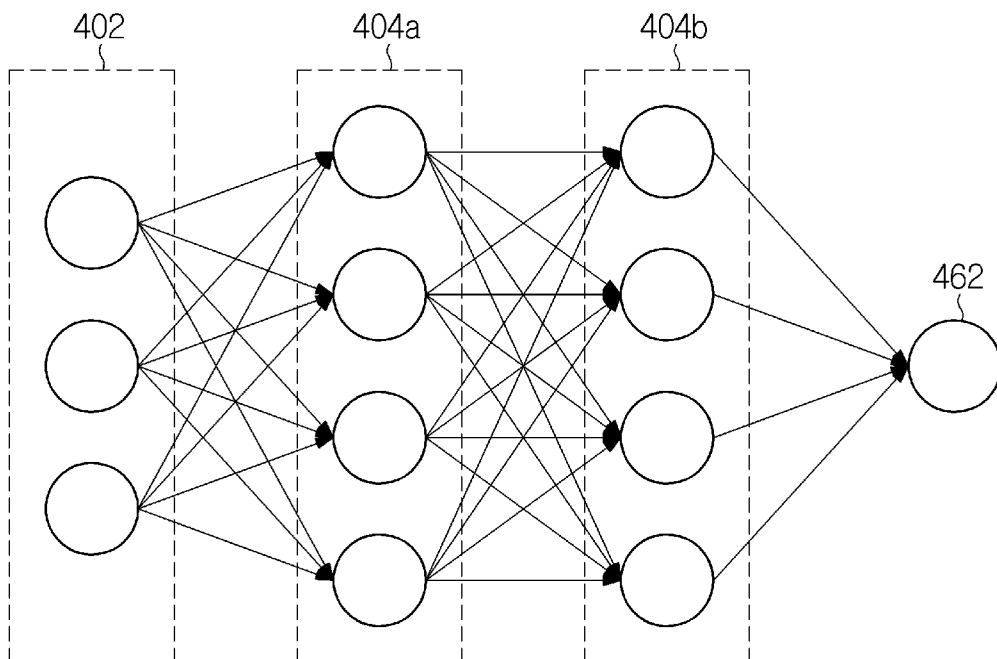
[도2]



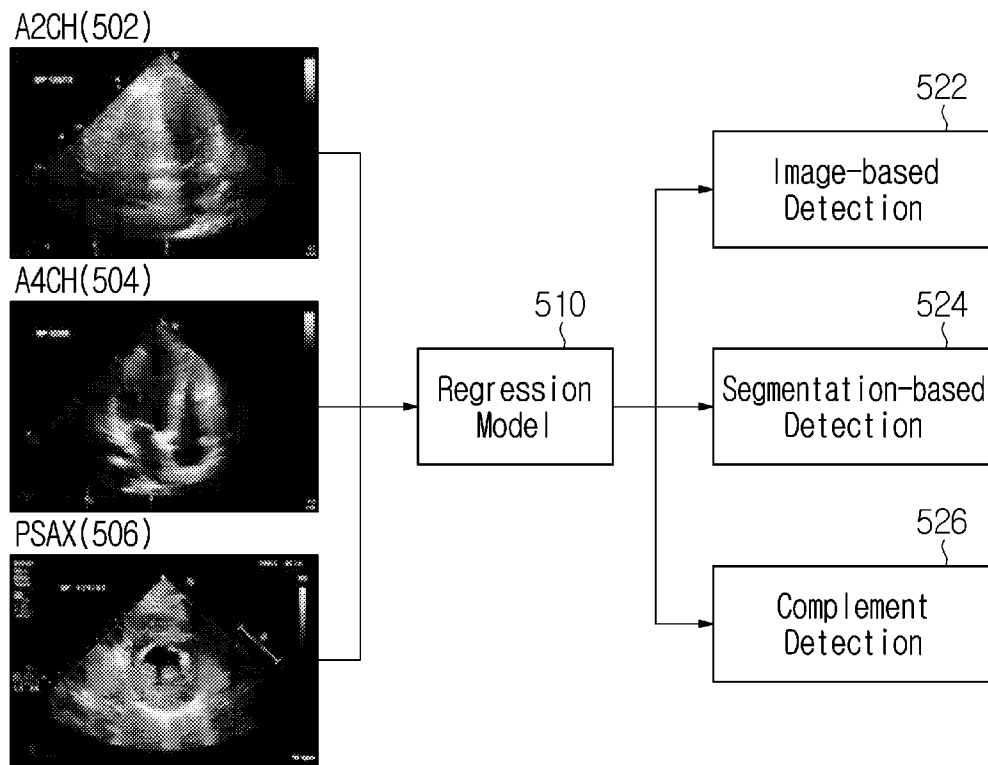
[도3]

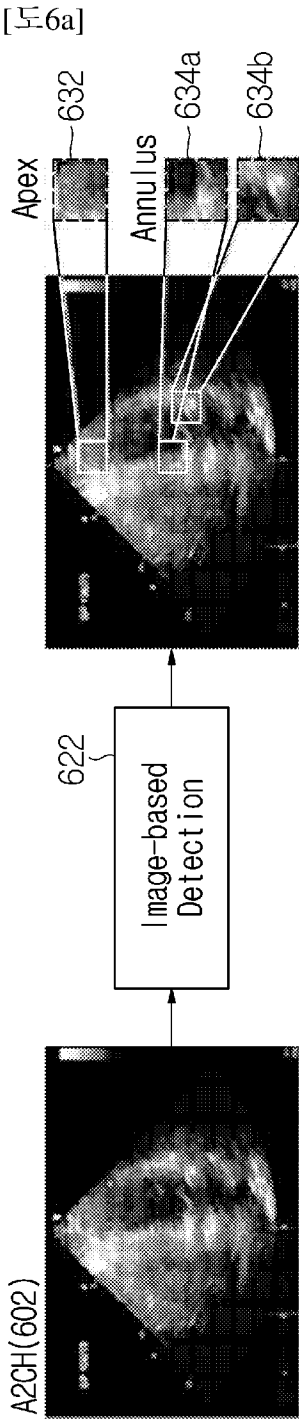


[도4]

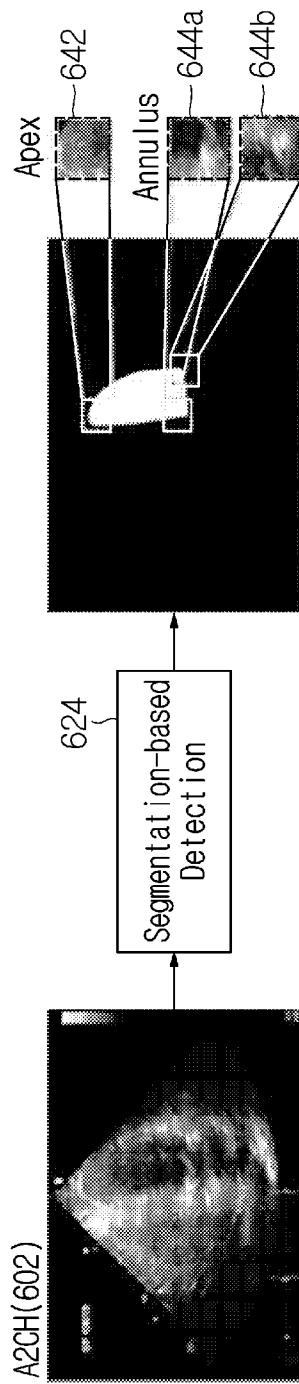


[도5]

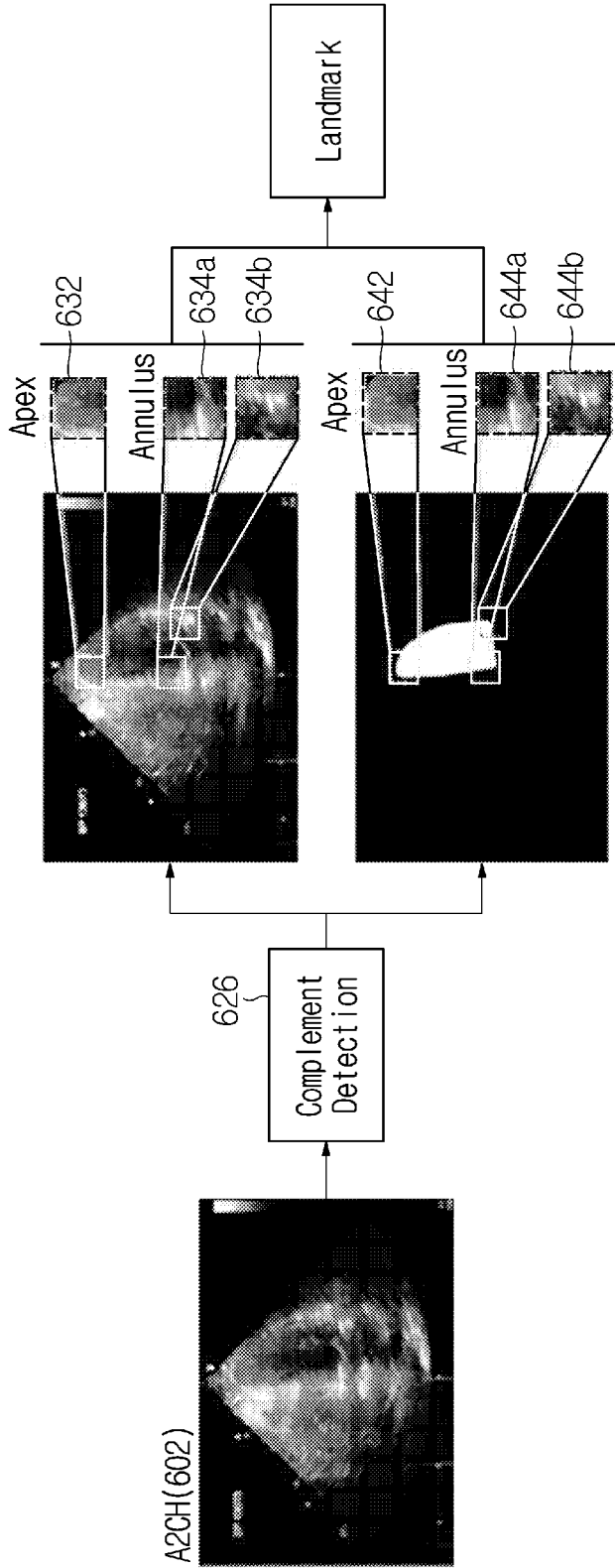




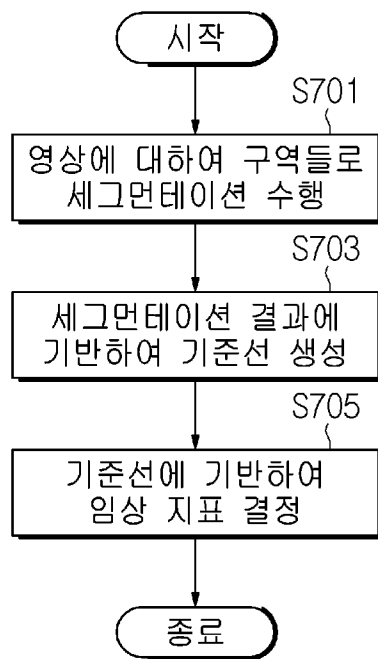
[도 6b]



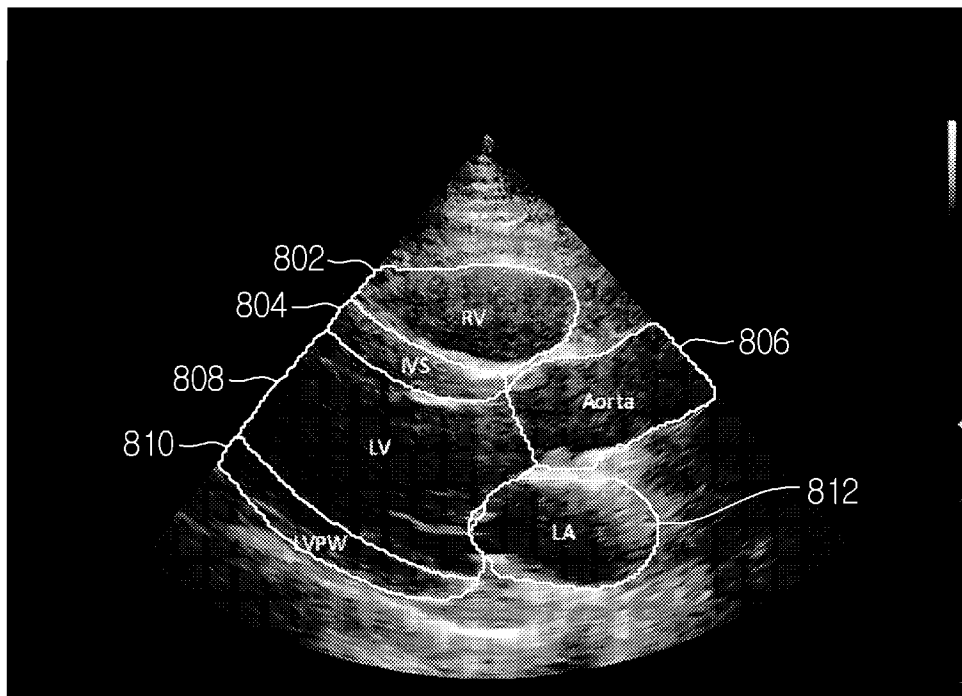
[도6c]



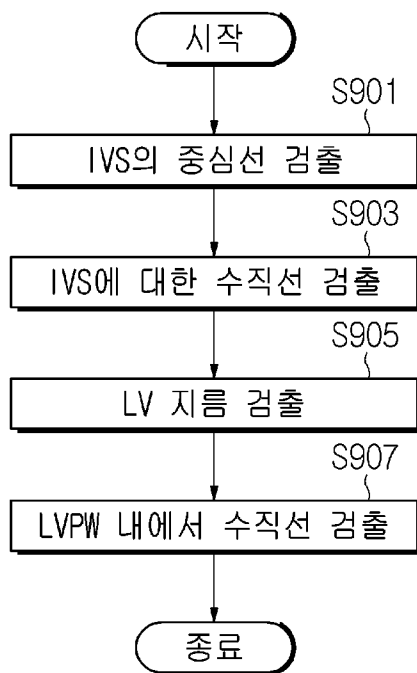
[도7]



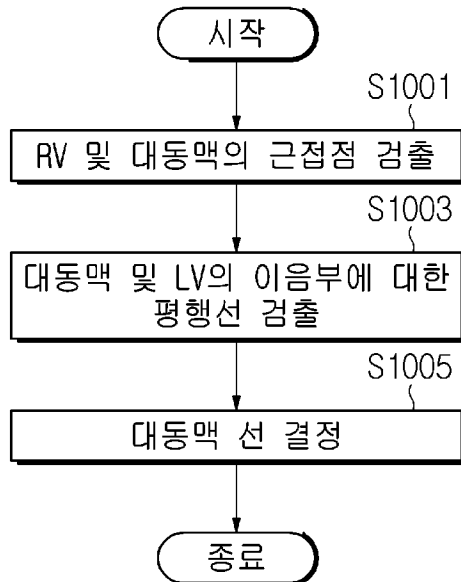
[도8]



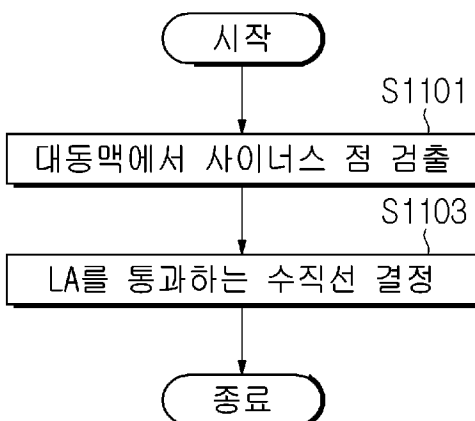
[도9]



[도10]



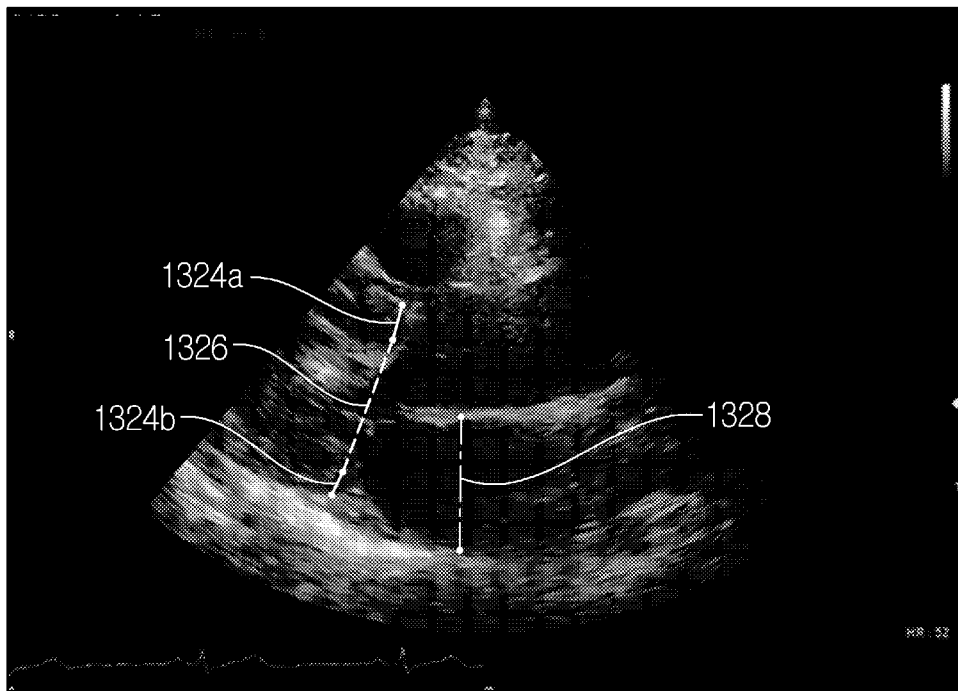
[도11]



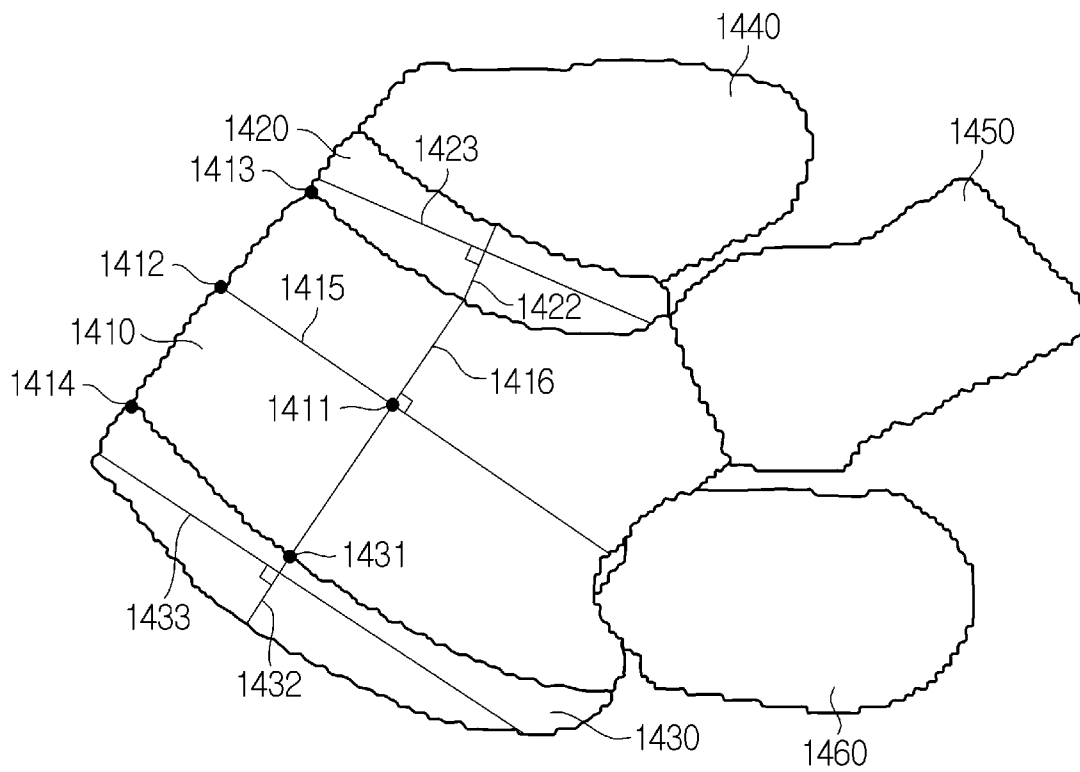
```
graph TD; Start([시작]) --> S1201[S1201 IVS 및 대동맥의 이음부 검출]; S1201 --> S1203[S1203 RV를 통과하는 수직선 결정]; S1203 --> End([종료]);
```

The flowchart illustrates the process of determining a straight line passing through the RV. It begins with a start node (시작), followed by step S1201 (IVS 및 대동맥의 이음부 검출), then step S1203 (RV를 통과하는 수직선 결정), and finally ends at a terminal node (종료).

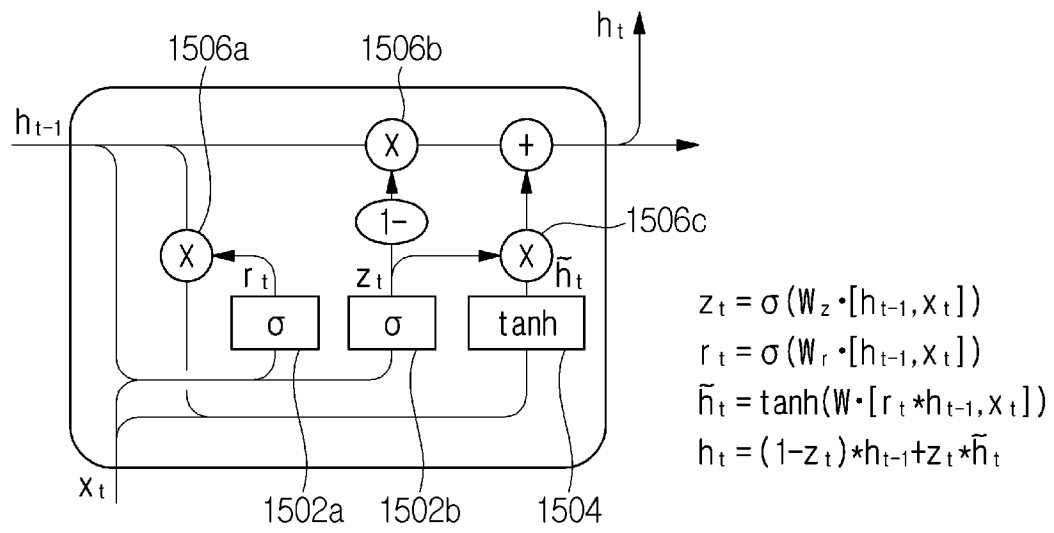
[도13b]



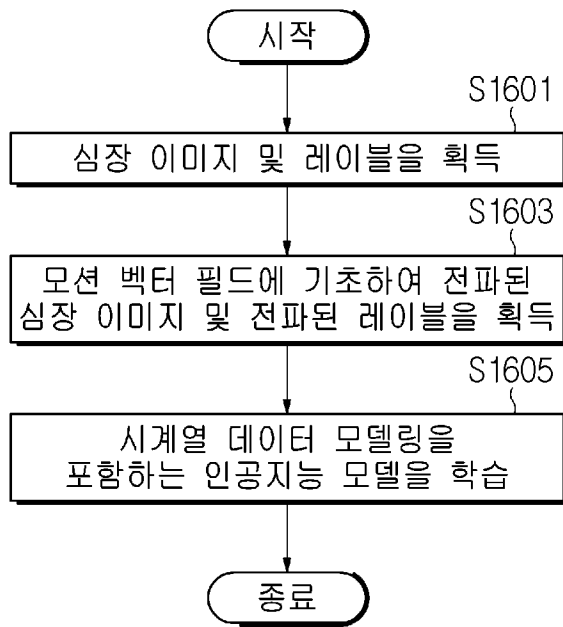
[도14]



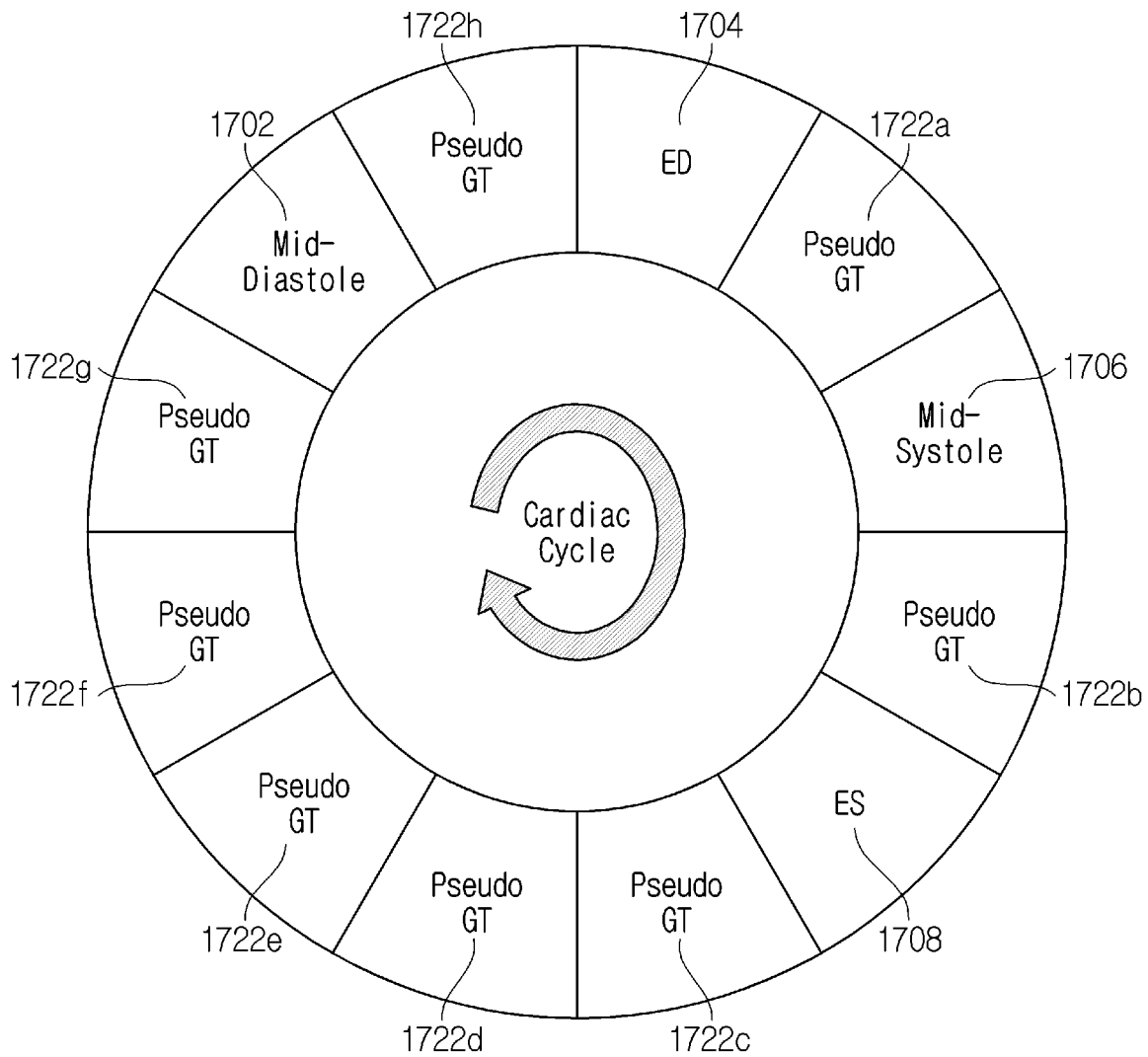
[도 15a]



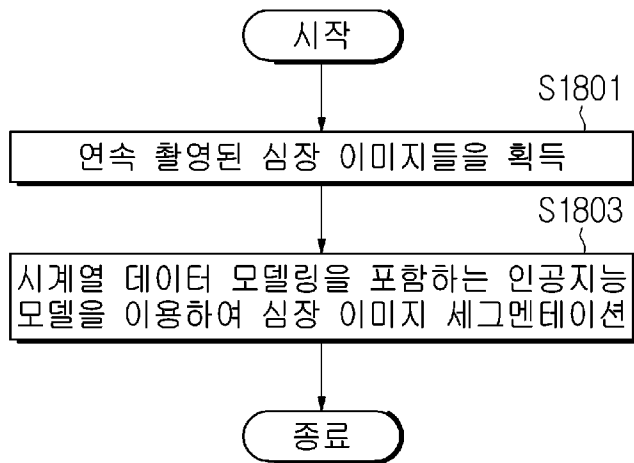
[도16]



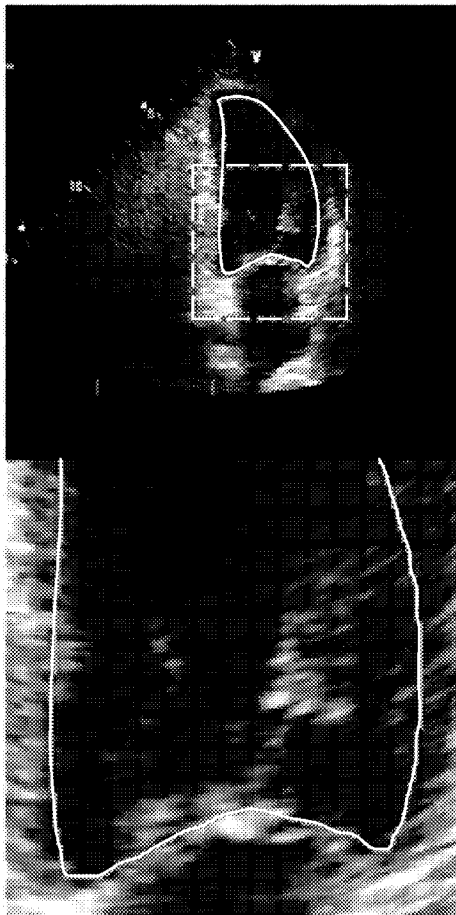
[도17]



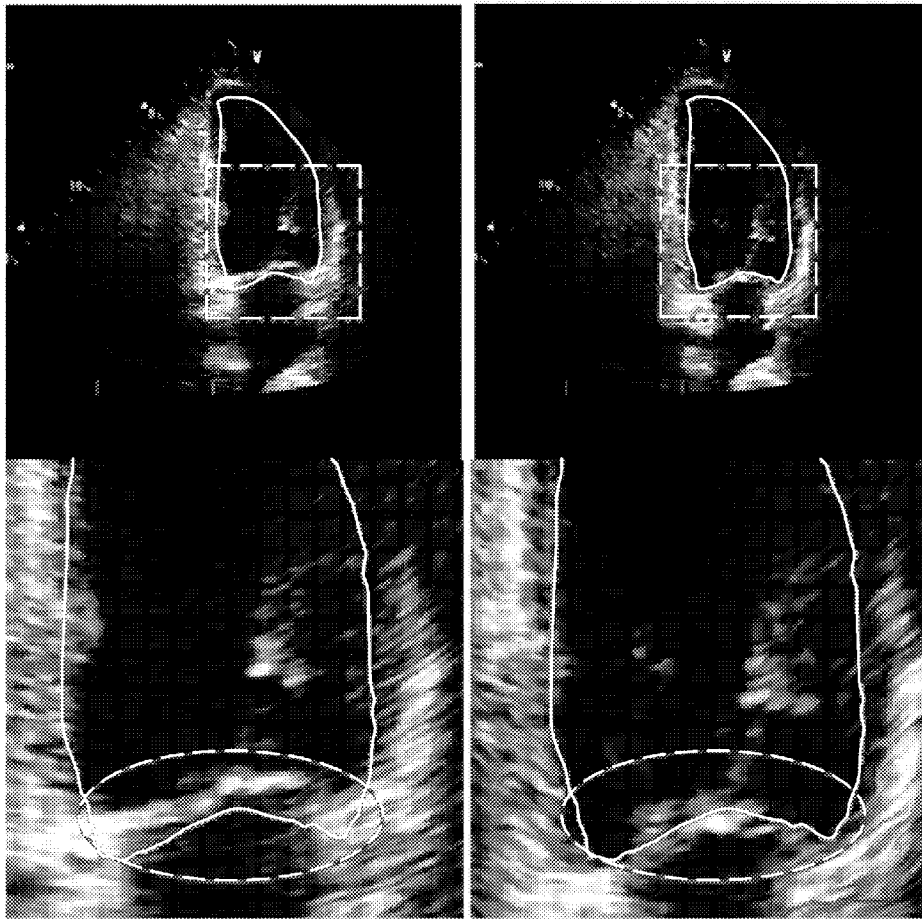
[도18]



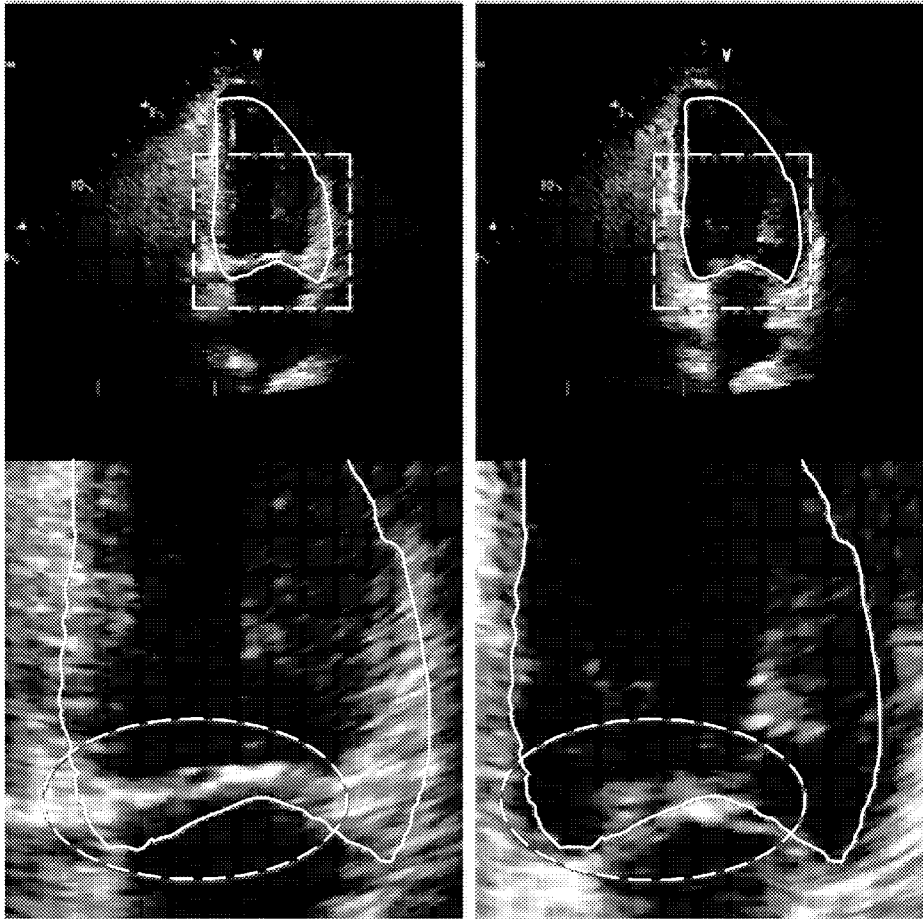
[도19a]

 $I^i \& L^i$ 

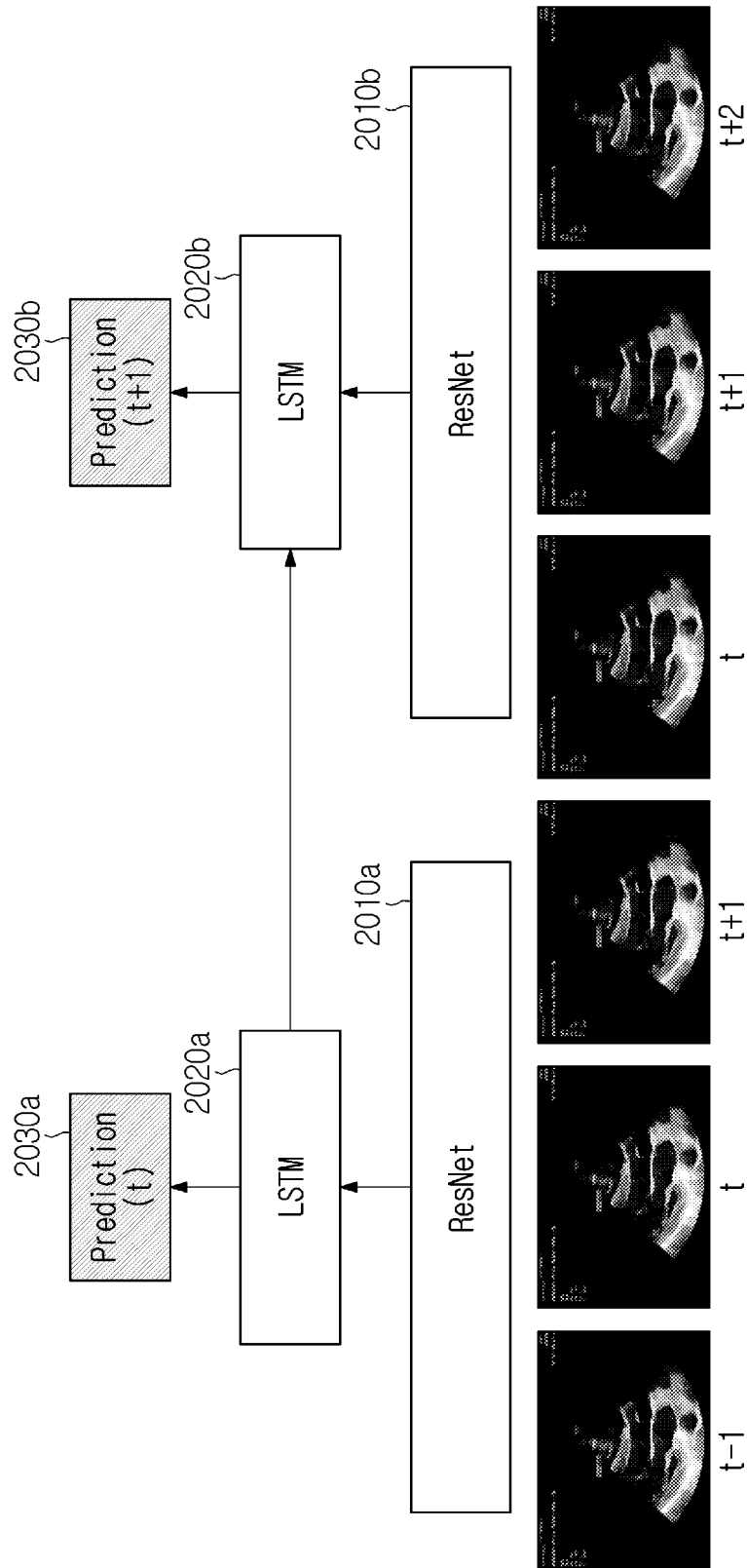
[도 19b]

 $I_p^{i+2} \& L_p^{i+2}$ $I_p^{i+2} \& L_p^{i+2}$ 

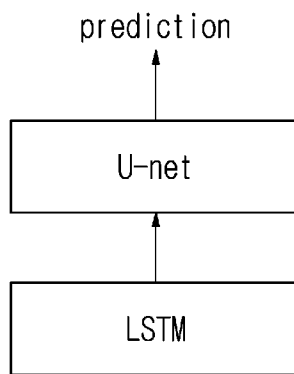
[도 19c]

 $I_p^{i+6} \& L_p^{i+6}$ $I_p^{i+6} \& L_p^{i+6}$ 

[도20]



[도21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/002740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/11(2017.01)i; **G06T 7/187**(2017.01)i; **G06T 7/13**(2017.01)i; **G06T 7/215**(2017.01)i; **A61B 8/08**(2006.01)i;
G16H 50/20(2018.01)i; **G16H 30/40**(2018.01)i; **G06T 7/00**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T 7/11(2017.01); A61B 5/055(2006.01); A61B 6/03(2006.01); A61B 8/14(2006.01); G06F 19/00(2011.01);
 G06K 9/46(2006.01); G06T 7/00(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: 의료(medical), 영상(image), 세그먼테이션(segmentation), 심장(heart), 기준선
 (reference line), 임상 지표(medical index)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	KR 10-2014-0120236 A (THE ASAN FOUNDATION) 13 October 2014 (2014-10-13) See paragraphs [0020] and [0055]; claim 1; and figure 5.	1-4,17-19 5-16
Y	JP 2011-172692 A (TOSHIBA CORP. et al.) 08 September 2011 (2011-09-08) See paragraphs [0008]-[0009] and [0038]; claims 7 and 10; and figures 1 and 4.	1-4,17-19
A	JP 2018-507730 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 22 March 2018 (2018-03-22) See paragraph [0004]; and claims 1-15.	1-19
A	KR 10-2018-0092797 A (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 20 August 2018 (2018-08-20) See paragraphs [0004]-[0009]; and claims 1-3.	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

03 June 2022

Date of mailing of the international search report

03 June 2022

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/KR2022/002740

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007-145093 A1 (HITACHI MEDICAL CORPORATION) 21 December 2007 (2007-12-21) See paragraphs [0007]-[0008]; and claims 1-14.	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/002740

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2014-0120236	A	13 October 2014	None			
JP	2011-172692	A	08 September 2011	JP	5624336	B2	12 November 2014
JP	2018-507730	A	22 March 2018	CN	107427279	A	01 December 2017
				CN	107427282	A	01 December 2017
				EP	3267896	A1	17 January 2018
				EP	3267897	A1	17 January 2018
				JP	2018-507738	A	22 March 2018
				JP	2021-053411	A	08 April 2021
				JP	2021-053413	A	08 April 2021
				JP	6987207	B2	22 December 2021
				RU	2017131509	A	10 April 2019
				RU	2017135209	A	05 April 2019
				US	10729406	B2	04 August 2020
				US	2018-0049718	A1	22 February 2018
				US	2018-0161009	A1	14 June 2018
				US	2020-0315582	A1	08 October 2020
				WO	2016-142183	A1	15 September 2016
				WO	2016-142204	A1	15 September 2016
KR	10-2018-0092797	A	20 August 2018	WO	2018-147674	A1	16 August 2018
WO	2007-145093	A1	21 December 2007	CN	101466312	A	24 June 2009
				CN	101466312	B	25 May 2011
				EP	2030569	A1	04 March 2009
				EP	2030569	B1	28 January 2015
				JP	5188966	B2	24 April 2013
				US	2010-0249580	A1	30 September 2010
				US	8208992	B2	26 June 2012
				WO	2007-145093	A1	29 October 2009

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06T 7/11(2017.01)i; G06T 7/187(2017.01)i; G06T 7/13(2017.01)i; G06T 7/215(2017.01)i; A61B 8/08(2006.01)i; G16H 50/20(2018.01)i; G16H 30/40(2018.01)i; G06T 7/00(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06T 7/11(2017.01); A61B 5/055(2006.01); A61B 6/03(2006.01); A61B 8/14(2006.01); G06F 19/00(2011.01); G06K 9/46(2006.01); G06T 7/00(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: 의료(medical), 영상(image), 세그먼테이션(segmentation), 심장(heart), 기준선(reference line), 임상 지표(medical index)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2014-0120236 A (재단법인 아산사회복지재단) 2014.10.13 단락 [0020], [0055]; 청구항 1; 및 도면 5	1-4,17-19
A		5-16
Y	JP 2011-172692 A (TOSHIBA CORP. 등) 2011.09.08 단락 [0008]-[0009], [0038]; 청구항 7, 10; 및 도면 1, 4	1-4,17-19
A	JP 2018-507730 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 2018.03.22 단락 [0004]; 및 청구항 1-15	1-19
A	KR 10-2018-0092797 A (연세대학교 산학협력단) 2018.08.20 단락 [0004]-[0009]; 및 청구항 1-3	1-19
A	WO 2007-145093 A1 (HITACHI MEDICAL CORPORATION) 2007.12.21 단락 [0007]-[0008]; 및 청구항 1-14	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 2022년06월03일(03.06.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년06월03일(03.06.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0120236 A	2014/10/13	없음	
JP 2011-172692 A	2011/09/08	JP 5624336 B2	2014/11/12
JP 2018-507730 A	2018/03/22	CN 107427279 A	2017/12/01
		CN 107427282 A	2017/12/01
		EP 3267896 A1	2018/01/17
		EP 3267897 A1	2018/01/17
		JP 2018-507738 A	2018/03/22
		JP 2021-053411 A	2021/04/08
		JP 2021-053413 A	2021/04/08
		JP 6987207 B2	2021/12/22
		RU 2017131509 A	2019/04/10
		RU 2017135209 A	2019/04/05
		US 10729406 B2	2020/08/04
		US 2018-0049718 A1	2018/02/22
		US 2018-0161009 A1	2018/06/14
		US 2020-0315582 A1	2020/10/08
		WO 2016-142183 A1	2016/09/15
		WO 2016-142204 A1	2016/09/15
KR 10-2018-0092797 A	2018/08/20	WO 2018-147674 A1	2018/08/16
WO 2007-145093 A1	2007/12/21	CN 101466312 A	2009/06/24
		CN 101466312 B	2011/05/25
		EP 2030569 A1	2009/03/04
		EP 2030569 B1	2015/01/28
		JP 5188966 B2	2013/04/24
		US 2010-0249580 A1	2010/09/30
		US 8208992 B2	2012/06/26
		WO 2007-145093 A1	2009/10/29