(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월29일
(11) 등록번호 10-2305965
(24) 등록일자 2021년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/20 (2016.01) *A61B 34/10* (2016.01)
A61B 90/00 (2016.01) *A61M 25/01* (2006.01)
A61M 25/09 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 34/20 (2016.02)
A61B 34/10 (2016.02)
(21) 출원번호 10-2021-0067079
(22) 출원일자 2021년05월25일
심사청구일자 2021년05월25일
(56) 선행기술조사문헌
WO2005082246 A1
WO2017030913 A2

(73) 특허권자
재단법인 아산사회복지재단
서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
주식회사 메디픽셀
서울특별시 마포구 양화로 61,7층 (서교동,두암빌딩)
(72) 발명자
권지훈
서울특별시 강동구 고덕로80길 99, 518동 605호(상일동,고덕센트럴 IPARK)
김영언
서울특별시 마포구 양화로7길 3, 607호(서교동, MJ더퍼스트마포한강)
송교석
서울특별시 강남구 삼성로71길 37-3, 401호 (대치동)
(74) 대리인
특허법인 무한

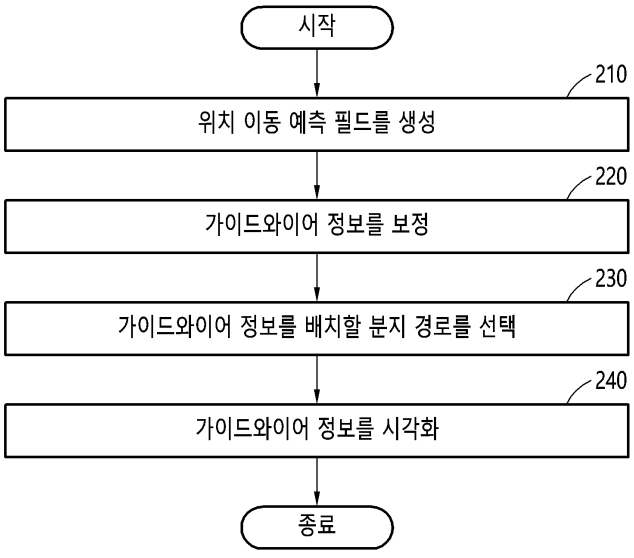
전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 권보람

(54) 발명의 명칭 **가이드와이어 검출 방법 및 장치**

(57) 요 약

전자 장치는, 기준 프레임의 혈관 영상에 기초하여 분지 경로 별 환자의 생체 활동에 의한 해당 분지 경로의 잠재적인 위치 변화의 예측을 나타내는 위치 이동 예측 필드를 생성하고, 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 추출된 가이드와이어 정보를 상기 기준 프레임의 카테터 위치를 기준으로 보정하며, 혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로 중 상기 가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 상기 위치 이동 예측 필드 및 상기 보정된 가이드와이어 정보에 기초하여 선택하는 프로세서, 및 상기 선택된 분지 경로 상에 상기 가이드와이어 정보를 시각화하는 디스플레이를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
A61B 90/37 (2016.02)
A61M 25/0105 (2013.01)
A61M 25/09041 (2013.01)
A61B 2034/105 (2016.02)
A61B 2034/107 (2016.02)
A61B 2034/2065 (2016.02)
A61B 2090/376 (2016.02)
A61M 2025/0166 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1425133196
과제번호 S2758883
부처명 중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명 중소기업기술정보진흥원
연구사업명 창업성장기술개발(R&D)
연구과제명 인공지능 기반의 완전폐쇄병변 재개통시술 보조 시스템 개발
기 여 율 40/100
과제수행기관명 메디픽셀
연구기간 2019.06.01 ~ 2020.05.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711117085
과제번호 2020-0-00159-001
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 인공지능융합선도프로젝트(R&D)
연구과제명 인공지능 기반의 자동화된 심혈관질환 진단 보조 및 시술도구 추천 시스템 개발
기 여 율 30/100
과제수행기관명 (주)메디픽셀
연구기간 2020.04.01 ~ 2020.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 9991006686
과제번호 202011B07-01
부처명 다부처
과제관리(전문)기관명 (재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명 범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)
연구과제명 (주관)심혈관질환의 진단 및 치료를 위한 다중융합영상 AI 솔루션 개발
기 여 율 30/100
과제수행기관명 주식회사메디픽셀
연구기간 2020.09.01 ~ 2021.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

전자 장치에 있어서,

기준 프레임의 혈관 영상에 기초하여 분지 경로 별 환자의 생체 활동에 의한 해당 분지 경로의 잠재적인 위치 변화의 예측을 나타내는 위치 이동 예측 필드를 생성하고, 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 추출된 가이드와이어 정보를 상기 기준 프레임의 카테터 위치를 기준으로 보정하며, 혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로 중 상기 가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 상기 위치 이동 예측 필드 및 상기 보정된 가이드와이어 정보에 기초하여 선택하는 프로세서; 및

상기 선택된 분지 경로 상에 상기 가이드와이어 정보를 시각화하는 디스플레이

를 포함하는 전자 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기준 프레임 및 상기 대상 프레임의 CAG(Coronary Angiography) 영상을 상기 기준 프레임 및 상기 대상 프레임의 혈관 영상으로서 획득하는 영상 획득부

를 더 포함하는 전자 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 분할된(segmented) 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵을 생성하고,

상기 전체 경로 길이 맵에 기초하여 상기 혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 위치 이동 예측 필드를 생성하는,

전자 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 혈관 영역을 분할한 혈관 영역 영상을 추출하고,

상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 카테터 위치를 검출하여 기준 위치로 설정하며,

상기 기준 위치를 이용하여 설정된 시작 위치로부터 상기 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵을 생성하는,

전자 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 생성된 전체 경로 길이 맵으로부터 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대해 분지 경로 길이 맵을 획득하고,

상기 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 분지 경로 길이 맵에 기초하여 해당 분지 경로의 위치 이동 예측 필드를 생성하는,

전자 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

각 분지 경로에 대한 상기 위치 이동 예측 필드에서, 해당 분지 경로 내 각 지점이 생체 활동에 의해 잠재적으로 이동될 수 있다고 예측된 위치의 예측 값을 해당 지점의 경로 길이 값과 동일한 값으로 결정하는,

전자 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 프로세서는,

분지 경로 내 각 지점 및 분지 경로 바깥의 지점 간의 유클리드 거리 변환(Euclidean distance transform)에 기초하여 상기 위치 이동 예측 필드의 각 예측 값을 결정하는,

전자 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 상기 기준 프레임의 카테터 위치를 검출하고,

상기 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 상기 제1 기계 학습 모델에 기초하여 상기 대상 프레임의 카테터 위치를 검출하며,

상기 기준 프레임의 카테터 위치 및 상기 대상 프레임의 카테터 위치 간의 차이에 기초하여, 상기 가이드와이어 정보를 보정하는,

전자 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 기계 학습 모델과 다른 제2 기계 학습 모델에 기초하여, 상기 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 상기 가이드와이어 정보를 추출하는,

전자 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 보정된 가이드와이어 정보 및 상기 생성된 위치 이동 예측 필드에 기초하여, 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역(guidewire candidate region)을 추출하고,

분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및 상기 가이드와이어 정보 간의 비교에 기초하여, 상기 하나 이상의 분지 경로 중 한 분지 경로를 선택하는,

전자 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 상기 위치 이동 예측 필드 상에 상기 보정된 가이드와이어 정보를 매핑함으로써, 해당 분지 경로에서 가이드와이어에 대응하는 복수의 예측 값들을 획득하고,

상기 획득된 복수의 예측 값들에 기초하여 해당 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역을 추출하는,

전자 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 획득된 복수의 예측 값들 중 최소 값 및 최대 값에 기초하여 해당 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역을 추출하는,

전자 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및 상기 가이드와이어 정보 간의 거리 점수(distance score)를 산출하고,

가이드와이어 후보 영역들 중 가장 높은 거리 점수를 나타내는 후보 영역을 가지는 분지 경로를 선택하는,

전자 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 대상 프레임의 이전 프레임에서 각 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교 이력 및 상기 대상 프레임에서 각 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교 결과에 기초하여, 분지 경로를 선택하는,

전자 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 대상 프레임에 대해 제1 프레임 차이만큼 선행한 제1 이전 프레임에서의 제1 비교 점수에 대해 제1 가중치를 적용하고,

상기 대상 프레임에 대해 상기 제1 프레임 차이보다 큰 제2 프레임 차이만큼 선행한 제2 이전 프레임에서의 제2 비교 점수에 대해 상기 제1 가중치와 다른 제2 가중치를 적용하며,

상기 제1 비교 점수에 상기 제1 가중치가 적용된 제1 부분 점수 및 상기 제2 비교 점수에 상기 제2 가중치가 적용된 제2 부분 점수에 기초한 융합 결과 값(fused result value)을 이용하여 분지 경로를 선택하는,

전자 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 선택된 분지 경로의 중심선에 상기 가이드와이어 정보를 피팅하고,

상기 디스플레이는,

상기 피팅된 가이드와이어 정보를 상기 분지 경로 상에 오버레이하는,

전자 장치.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 대상 프레임은 상기 기준 프레임 이후의 프레임인,

전자 장치.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 기준 프레임은

환자에게 조영제가 주입된 시점에 대응하는 프레임인,

전자 장치.

청구항 19

전자 장치에 의해 수행되는 가이드와이어 검출 방법에 있어서,

기준 프레임의 혈관 영상에 기초하여 분지 경로 별 환자의 생체 활동에 의한 해당 분지 경로의 잠재적인 위치 변화의 예측을 나타내는 위치 이동 예측 필드를 생성하는 단계;

대상 프레임의 혈관 영상으로부터 추출된 가이드와이어 정보를 상기 기준 프레임의 카테터 위치를 기준으로 보정하는 단계;

혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로 중 상기 가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 상기 위치 이동 예측 필드 및 상기 보정된 가이드와이어 정보에 기초하여 선택하는 단계; 및

상기 선택된 분지 경로 상에 상기 가이드와이어 정보를 시각화하는 단계

를 포함하는 가이드와이어 검출 방법.

청구항 20

하드웨어와 결합되어 제19항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 이하, 가이드와이어 검출 기술이 제공된다.

배 경 기 술

[0002] 체내에 시술도구를 삽입하고 X선을 통해 시술도구의 위치를 확인하며 진행하는 시술에서는, 조영제(Contrast) 투입을 통해 혈관의 구조와 위치가 파악될 수 있다. 다만, 조영제 투입 후 짧은 시간 동안만 혈관이 식별될 수 있다. 심장 부위 및/또는 심장에 인접한 부위의 혈관의 위치는 심장의 박동과 호흡의 영향으로 인하여 불규칙하게 바뀔 수 있다. 따라서, 주기적으로 혈관의 모양을 파악하기 위해 조영제가 반복적으로 주입될 수 있다. 심혈관 중재시술에서는 가이드와이어를 병변 부위까지 이동시키는 작업이 매우 중요하다. 조영제를 반복적으로 주입하더라도, 다음 조영제가 투입되기 전까지는 혈관이 명확히 식별되기 어려우므로, 가이드와이어를 조작하여 원하는 위치까지 도달시키기 어려울 수 있다. 가이드와이어의 선단부가 혈관을 기준으로 위치되는 지점이 식별되기 어렵기 때문이다.

[0003] 위에서 설명한 배경기술은 발명자가 본원의 개시 내용을 도출하는 과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시예에 따르면 전자 장치는, 기준 프레임의 혈관 영상에 기초하여 분지 경로 별 환자의 생체 활동에 의한 해당 분지 경로의 잠재적인 위치 변화의 예측을 나타내는 위치 이동 예측 필드 를 생성하고, 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 추출된 가이드와이어 정보를 상기 기준 프레임의 카테터 위치를 기준으로 보정하며, 혈관 영

역의 하나 이상의 분지 경로 중 상기 가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 상기 위치 이동 예측 필드 및 상기 보정된 가이드와이어 정보에 기초하여 선택하는 프로세서; 및 상기 선택된 분지 경로 상에 상기 가이드와이어 정보를 시각화하는 디스플레이를 포함할 수 있다.

[0006] 전자 장치는 상기 기준 프레임 및 상기 대상 프레임의 CAG(Coronary Angiography) 영상을 상기 기준 프레임 및 상기 대상 프레임의 혈관 영상으로서 획득하는 영상 획득부를 더 포함할 수 있다.

[0007] 상기 프로세서는, 상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 분할된(segmented) 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵을 생성하고, 상기 전체 경로 길이 맵에 기초하여 상기 혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 위치 이동 예측 필드를 생성할 수 있다.

[0008] 상기 프로세서는, 상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 혈관 영역을 분할한 혈관 영역 영상을 추출하고, 상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 카테터 위치를 검출하여 기준 위치로 설정하며, 상기 기준 위치를 이용하여 설정된 시작 위치로부터 상기 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵을 생성할 수 있다.

[0009] 상기 프로세서는, 상기 생성된 전체 경로 길이 맵으로부터 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대해 분지 경로 길이 맵을 획득하고, 상기 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 분지 경로 길이 맵에 기초하여 해당 분지 경로의 위치 이동 예측 필드를 생성할 수 있다.

[0010] 상기 프로세서는, 각 분지 경로에 대한 상기 위치 이동 예측 필드에서, 해당 분지 경로 내 각 지점이 생체 활동에 의해 잠재적으로 이동될 수 있다고 예측된 위치의 예측 값을 해당 지점의 경로 길이 값과 동일한 값으로 결정할 수 있다.

[0011] 상기 프로세서는, 분지 경로 내 각 지점 및 분지 경로 바깥의 지점 간의 유클리드 거리 변환(Euclidean distance transform)에 기초하여 상기 위치 이동 예측 필드의 각 예측 값을 결정할 수 있다.

[0012] 상기 프로세서는, 상기 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 상기 기준 프레임의 카테터 위치를 검출하고, 상기 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 상기 제1 기계 학습 모델에 기초하여 상기 대상 프레임의 카테터 위치를 검출하며, 상기 기준 프레임의 카테터 위치 및 상기 대상 프레임의 카테터 위치 간의 차이에 기초하여, 상기 가이드와이어 정보를 보정할 수 있다.

[0013] 상기 프로세서는, 상기 제1 기계 학습 모델과 다른 제2 기계 학습 모델에 기초하여, 상기 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 상기 가이드와이어 정보를 추출할 수 있다.

[0014] 상기 프로세서는, 상기 보정된 가이드와이어 정보 및 상기 생성된 위치 이동 예측 필드에 기초하여, 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역(guidewire candidate region)을 추출하고, 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및 상기 가이드와이어 정보 간의 비교 에 기초하여, 상기 하나 이상의 분지 경로 중 한 분지 경로를 선택할 수 있다.

[0015] 상기 프로세서는, 상기 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 상기 위치 이동 예측 필드 상에 상기 보정된 가이드와이어 정보를 매핑함으로써, 해당 분지 경로에서 가이드와이어에 대응하는 복수의 예측 값들을 획득하고, 상기 획득된 복수의 예측 값들에 기초하여 해당 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역을 추출할 수 있다.

[0016] 상기 프로세서는, 상기 획득된 복수의 예측 값들 중 최소 값 및 최대 값에 기초하여 해당 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역을 추출할 수 있다.

[0017] 상기 프로세서는, 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및 상기 가이드와이어 정보 간의 거리 점수(distance score)를 산출하고, 가이드와이어 후보 영역들 중 가장 높은 거리 점수를 나타내는 후보 영역을 가지는 분지 경로를 선택할 수 있다.

[0018] 상기 프로세서는, 상기 대상 프레임의 이전 프레임에서 각 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교 이력 및 상기 대상 프레임에서 각 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교 결과에 기초하여, 분지 경로를 선택할 수 있다.

[0019] 상기 프로세서는, 상기 대상 프레임에 대해 제1 프레임 차이만큼 선행한 제1 이전 프레임에서의 제1 비교 점수에 대해 제1 가중치를 적용하고, 상기 대상 프레임에 대해 상기 제1 프레임 차이보다 큰 제2 프레임 차이만큼 선행한 제2 이전 프레임에서의 제2 비교 점수에 대해 상기 제1 가중치와 다른 제2 가중치 를 적용하며, 상기 제1 비교 점수에 상기 제1 가중치가 적용된 제1 부분 점수 및 상기 제2 비교 점수에 상기 제2 가중치가 적용된 제

2 부분 점수에 기초한 융합 결과 값(fused result value)을 이용하여 분지 경로를 선택할 수 있다.

[0020] 상기 프로세서는, 상기 선택된 분지 경로의 중심선에 상기 가이드와이어 정보를 피팅하고, 상기 디스플레이는, 상기 피팅된 가이드와이어 정보를 상기 분지 경로 상에 오버레이할 수 있다.

[0021] 상기 대상 프레임은 상기 기준 프레임 이후의 프레임일 수 있다.

[0022] 상기 기준 프레임은 환자에게 조영제가 주입된 시점에 대응하는 프레임일 수 있다.

[0023] 일 실시예에 따른 전자 장치에 의해 수행되는 가이드와이어 검출 방법은, 기준 프레임의 혈관 영상에 기초하여 분지 경로 별 환자의 생체 활동에 의한 해당 분지 경로의 잠재적인 위치 변화의 예측을 나타내는 위치 이동 예측 필드를 생성하는 단계; 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 추출된 가이드와이어 정보를 상기 기준 프레임의 카테터 위치를 기준으로 보정하는 단계; 혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로 중 상기 가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 상기 위치 이동 예측 필드 및 상기 보정된 가이드와이어 정보에 기초하여 선택하는 단계; 및 상기 선택된 분지 경로 상에 상기 가이드와이어 정보를 시각화하는 단계를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 일 실시예에 따른 의료 도구 제어 시스템을 도시한다.

도 2는 일 실시예에 따른 가이드와이어 검출 방법을 설명하는 흐름도이다.

도 3 내지 도 9는 일 실시예에 따른 위치 이동 예측 필드의 생성을 설명한다.

도 10 내지 도 12는 일 실시예에 따른 가이드와이어 정보의 보정을 설명한다.

도 13 내지 도 16은 일 실시예에 따른 분지 경로의 선택 및 가이드와이어 정보의 시각화를 설명한다.

도 17은 일 실시예에 따른 가이드와이어 검출 장치를 설명하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0026] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0028] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0030] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0031] 도 1은 일 실시예에 따른 의료 도구 제어 시스템을 도시한다.

[0032] 일 실시예에 따른 의료 도구 제어 시스템(100)은 의료 도구(120)의 이동을 제어하는 시스템으로서, 의료 도구 제어 시스템(100)은 혈관 영상 촬영 장치(130) 및 의료 도구 제어 장치를 포함할 수 있다. 도 1에서는 설명의

편의를 위해 의료 도구 제어 장치의 구동부(110)만 도시되었으나, 이로 한정하는 것은 아니다.

[0033] 혈관 영상 촬영 장치(130)는 혈관 영상(131)을 촬영하는 장치이다. 혈관 영상(131)은 대상 객체(예를 들어, 피시술자(190))의 혈관이 촬영된 영상을 나타낸다. 혈관 영상 촬영 장치(130)는 혈관조영술(coronary angiography, 이하 'CAG') 또는 자기공명 이미징(Magnetic Resonance Imaging, 이하 'MRI')를 이용하여 혈관 영상(131)을 촬영할 수 있다. 혈관 영상(131)에서는 혈관 뿐만 아니라 의료 도구(120)도 함께 촬영될 수 있다.

[0034] 본 명세서에서 의료 도구(120)는 혈관에 삽입되는 부재(member)로서 시술자(예를 들어, 의사)의 조작 및/또는 주어진 명령에 따라 이동 및/또는 작동되는 수술용 도구일 수 있다. 예를 들어, 의료 도구(120)는 의료용 와이어(120)(medical wire)로서, 카테터(catheter) 및 가이드와이어를 포함할 수 있다. 카테터는 풍선카테터 및/또는 가이드와이어의 혈관 내 목표 환부로의 삽입 및 접근을 보조하는 통로를 제공하는 의료 기기(medical device)를 나타낼 수 있다. 본 명세서에서 카테터는 주로 경피적 시술(예를 들어, 경피적혈관중재술 또는 경피적혈관성형술)을 위해 가이드와이어의 혈관 내 이송을 위한 내강(lumen)을 가지는 중재 카테터를 설명한다. 가이드와이어는 혈관을 포함한 맥관을 통해 카테터, 풍선, 스텐트 등의 의료 기기가 목적 환부에 도달하도록 이송 경로를 안내하는 유도 철심을 나타낼 수 있다. 참고로, 카테터는 대동맥 및/또는 관상동맥과 같은 주요 혈관에서 가이드와이어와 함께 이송되어, 말초 혈관에 도달할 수 있다. 가이드와이어는 카테터의 내강을 통해 이송될 수 있고, 가이드와이어의 선단부(tip)가 말초혈관으로 삽입 및 이동될 수 있다. 다만, 카테터 및 가이드와이어를 전술한 바로 한정하는 것은 아니다.

[0035] 의료 도구 제어 장치는 혈관에 삽입된 의료 도구(120)를 혈관 내 목적 부위(destination part)까지 이동시킬 수 있다. 도 1에서 의료 도구(120)가 피시술자(190)의 손목의 혈관을 통해 삽입되는 것으로 도시되었으나, 이로 한정하는 것은 아니고 피시술자(190)의 하지의 혈관을 통해 삽입될 수도 있다. 목적 부위는 질환 및 병변 등이 잠재적으로 또는 명시적으로 존재하는 부위일 수 있다.

[0036] 의료 도구 제어 장치는 의료 도구(120)의 선단부(tip)를 목적 부위까지 이동시킬 수 있다. 의료 도구 제어 장치는 의료 도구(120)를 이송하는 로봇을 포함할 수 있다. 예를 들어, 의료 도구 제어 장치는 구동부(110)를 통해 의료 도구(120)를 이송할 수 있다. 구동부(110)는 하나 이상의 모터를 포함할 수 있고, 모터의 회전력을 직선 운동 및/또는 원하는 축(desired axis)의 회전 운동으로 변환하는 기계 동력 전달 구조를 포함할 수 있다. 예를 들어, 구동부(110)는 전진 명령에 응답하여 의료용 와이어(120)를 밀어내는 구동을 통해 의료 도구(120)를 전진시킬 수 있다. 구동부(110)는 후진 명령에 응답하여 의료용 와이어(120)를 당기는 구동을 통해 의료 도구(120)를 후진시킬 수 있다. 구동부(110)는 회전 명령에 응답하여 의료용 와이어(120)의 길이방향 축을 기준축으로 의료용 와이어(120)를 회전시키는 구동을 통해 의료 도구(120)를 회전시킬 수 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니고, 의료 도구(120)는 의료인의 조작에 따라 이송될 수도 있다.

[0037] 일 실시예에 따른 의료 도구 제어 시스템(100)은, 방사선을 이용하는 영상 촬영 장치로부터 시술자가 이격된 상태에서, 심혈관, 뇌혈관, 담관 등의 질환을 치료하기 위해 카테터를 이용하는 중재 시술 등에서 가이드와이어의 정확한 위치를 사용자(예를 들어, 의료인)에게 제공할 수 있다.

[0038] 일 실시예에 따른 의료 도구 제어 시스템(100)은 전자 장치(미도시됨)을 포함하고, 전자 장치(미도시됨)는 혈관 영상 촬영 장치(130)와 통합적으로 구현되어 혈관 영상을 촬영하거나, 혈관 영상 촬영 장치(130)로부터 혈관 영상을 수신할 수 있다. 전자 장치(미도시됨)는 심혈관 중재시술시 심장 박동으로 인한 가이드와이어 팁의 정확한 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(미도시됨)는 최초에 조영제가 환자에게 주입될 때 자동적으로 혈관의 구조를 분석하고, 이후 실시간으로 가이드와이어의 위치를 추정할 수 있다. 전자 장치(미도시됨)는 최초 획득된 혈관 구조 상에 실시간 가이드와이어 위치를 오버레이(overlay)함으로써 조영제(Contrast)가 투입되지 않는 시간 구간 동안에도 혈관 내의 정확한 가이드와이어의 위치를 사용자(예를 들어, 시술자)에게 제공할 수 있다. 따라서, 일 실시예에 따른 전자 장치(미도시됨)는 가이드와이어 팁의 위치를 실시간으로 정확하게 표시하여 조영제 투여량을 줄이고 시술자에게 요구되는 숙련도를 낮출 수 있다. 전자 장치(미도시됨)는 가이드와이어 검출 장치라고도 나타낼 수 있다.

[0039] 도 2는 일 실시예에 따른 가이드와이어 검출 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0040] 우선, 단계(210)에서 전자 장치는 위치 이동 예측 필드를 생성할 수 있다. 일 실시예에 따른, 전자 장치는 기준 프레임의 혈관 영상에 기초하여 분지 경로 별 환자의 생체 활동에 의한 해당 분지 경로의 잠재적인 위치 변화의 예측을 나타내는 위치 이동 예측 필드를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 기준 프레임의 혈관 영

상으로부터 분할된(segmented) 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵을 생성할 수 있다. 전자 장치는 전체 경로 길이 맵에 기초하여 혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 위치 이동 예측 필드를 생성할 수 있다. 위치 이동 예측 필드는 하기 도 9에서 상세히 설명한다.

[0041] 그리고 단계(220)에서 전자 장치는 가이드와이어 정보를 보정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 추출된 가이드와이어 정보를 기준 프레임의 카테터 위치를 기준으로 보정할 수 있다.

[0042] 이어서 단계(230)에서 전자 장치는 가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 선택할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 혈관 영역의 하나 이상의 분지 경로 중 가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 위치 이동 예측 필드 및 보정된 가이드와이어 정보에 기초하여 선택할 수 있다.

[0043] 그리고 단계(240)에서 전자 장치는 가이드와이어 정보를 시각화할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치의 디스플레이는 선택된 분지 경로 상에 가이드와이어 정보를 시각화할 수 있다.

[0044] 아래에서는 전술한 각 동작을 상세히 설명한다.

[0045] 도 3 내지 도 9는 일 실시예에 따른 위치 이동 예측 필드의 생성을 설명한다.

[0046] 단계(311)에서 전자 장치는 기준 프레임의 혈관 영상(410)을 획득할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 기준 프레임에서 대상 환자에 대한 혈관 영상(410)을 촬영하거나, 혈관 영상 촬영 장치로부터 수신할 수 있다. 기준 프레임은 환자에게 조영제가 주입된 시점에 대응하는 프레임을 나타낼 수 있다. 전술한 바와 같이 조영제가 환자에게 주입되고 일정 시간 동안 촬영된 혈관 영상에서 환자의 혈관이 드러날 수 있다.

[0047] 그리고 단계(312)에서 전자 장치는 기준 프레임의 혈관 영상(410)으로부터 혈관 영역을 분할한 혈관 영역 영상(420)을 추출할 수 있다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, 전자 장치는 기준 프레임에서 획득된 혈관 영상(410)(예를 들어, 심혈관조영술(Coronary Angiography, CAG) 영상)으로부터 혈관 영역 영상(420)을 획득할 수 있다. 혈관 영역 영상(420)은 혈관에 속하는 영역을 나타내는 영상으로서, 도 4에서는 혈관 영역이 백색으로 표시되고, 나머지 영역이 흑색으로 표시되는 마스킹 영상으로 도시되었으나, 이로 한정하는 것은 아니다.

[0048] 이어서 단계(313)에서 전자 장치는 기준 프레임의 혈관 영상(410)으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 도 5에 도시된 바와 같이 카테터 위치(519)를 검출하여 기준 위치(reference position)로 설정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 심혈관조영술 영상에서 카테터 선단부가 위치된 좌표를 기준 위치로서 검출할 수 있다. 제1 기계 학습 모델은 카테터 위치를 검출하도록 설계 및 트레이닝된 기계 학습 모델로서, 예를 들어, 뉴럴 네트워크를 포함할 수 있다. 제1 기계 학습 모델은 기준 프레임의 혈관 영상(410) 및/또는 대상 프레임의 혈관 영상의 입력에 응답하여 각 혈관 영상에서 카테터 위치를 지시하는 좌표 값을 출력할 수 있다.

[0049] 뉴럴 네트워크(neural network)는 딥 뉴럴 네트워크(DNN, deep neural network)의 예시에 해당할 수 있다. DNN은 완전 연결 네트워크(fully connected network), 딥 컨볼루셔널 네트워크(deep convolutional network) 및 리커런트 뉴럴 네트워크(recurrent neural network) 등을 포함할 수 있다. 뉴럴 네트워크는 딥 러닝에 기반하여 비선형적 관계에 있는 입력 데이터 및 출력 데이터를 서로 매핑함으로써 다양한 작업(예를 들어, 카테터 위치 검출 및/또는 가이드와이어 영역 추출 등)을 수행할 수 있다. 딥 러닝은 기계 학습 기법으로 지도식(supervised) 또는 비지도식(unsupervised) 학습을 통해 입력 데이터 및 출력 데이터를 서로 매핑할 수 있다.

[0050] 뉴럴 네트워크는 입력 레이어, 히든 레이어 및 출력 레이어를 포함한다. 입력 레이어, 히든 레이어 및 출력 레이어는 각각 복수의 노드들을 포함한다. 히든 레이어는 다양한 수의 레이어들을 포함할 수 있다. 뉴럴 네트워크에서 출력 레이어를 제외한 레이어들의 노드들은 출력 신호를 전송하기 위한 링크들을 통해 다음 레이어의 노드들과 연결될 수 있고, 링크들은 레이어들을 다양한 구조로 연결할 수도 있다. 히든 레이어에 포함된 각각의 노드에는 이전 레이어에 포함된 노드들의 가중된 입력들(weighted inputs)에 관한 활성 함수(activation function)의 출력이 입력될 수 있다. 가중치는 뉴럴 네트워크의 파라미터로 지칭될 수 있다. 활성 함수는 시그모이드(sigmoid), 하이퍼볼릭 탄젠트(hyperbolic tangent; tanh) 및 렐루(rectified linear unit; ReLU)를 포함할 수 있고, 활성 함수에 의해 뉴럴 네트워크가 비선형성을 가질 수 있다.

[0051] 뉴럴 네트워크의 폭과 깊이가 충분히 크면 임의의 함수를 구현할 수 있을 만큼의 용량(capacity)을 가질 수 있다. 뉴럴 네트워크가 적절한 트레이닝 과정을 통해 충분히 많은 트레이닝 데이터를 학습하면, 최적의 추론(inference) 성능을 달성할 수 있다. 본 명세서에서는 기계 학습 모델로서 주로 뉴럴 네트워크를 설명하였으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 참고로, 후술하는 제2 기계 학습 모델은 제1 기계 학습 모델과 다르게 설계될 수 있다.

[0052] 이어서 단계(314)에서 전자 장치는 도 6에 도시된 바와 같이 기준 위치를 이용하여 설정된 시작 위치(619)로부터 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵(630)을 생성할 수 있다. 전자 장치는 기준 위치에 기초하여 혈관 영역 영상의 혈관 영역에서 체외에 가장 인접한 위치를 시작 위치(619)로 설정할 수 있다. 다시 말해, 전자 장치는 기준 위치를 기준으로 혈관 말단의 반대편에 위치되는 혈관 영역 내에서 혈관이 시작하는 위치를 시작 위치(619)로 결정할 수 있다. 일반적으로 카테터 및 가이드와이어는 신체 말단보다 심장에 가까운 부위에서 경피적으로 삽입될 수 있으므로, 시작 위치(619)는 혈관 영역 영상의 혈관 영역에서 체외(ex-vivo) 및/또는 시술자에 가장 인접한 위치일 수도 있다. 다만, 시작 위치(619)를 이로 한정하는 것은 아니다.

[0053] 전자 장치는 전술한 혈관 영역 영상의 각 픽셀에 대해 전술한 시작 위치(619)로부터 해당 픽셀에 대응하는 위치(position)까지 경로 길이(path length)를 산출할 수 있다. 시작 위치(619)로부터 한 픽셀까지의 경로 길이는 분할/추출된 혈관 영역 내에서 기준 위치로부터 해당 픽셀의 픽셀 위치까지의 경로(예를 들어, 최단 경로)의 길이로서, 기준 위치로부터 해당 픽셀에 대응하는 위치까지 가이드와이어가 이동하는 동안 통과하는 길이일 수 있다. 예시적으로, 경로 길이는 기준 위치로부터 각 픽셀 위치까지 최단 경로에 포함되는 픽셀들의 개수일 수도 있다. 다만, 경로 길이를 이로 한정하는 것은 아니다. 시작 위치(619)에 인접한 지점 및/또는 픽셀 위치까지의 경로 길이는 작을 수 있고, 분지의 말단 위치에 인접한 지점 및/또는 픽셀 위치까지의 경로 길이는 클 수 있다. 다시 말해, 시작 위치(619)로부터 먼 지점일수록 경로 길이 값이 증가할 수 있다.

[0054] 전자 장치는 혈관 영역 내 각 지점 별 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵(630)을 생성할 수 있다. 전체 경로 길이 맵(630)은 모든 분지 별 분지 경로에 속하는 지점들에 대한 경로 길이를 포함하는 맵일 수 있다. 후술하겠으나, 전자 장치는 전체 경로에 대한 전체 경로 길이 맵(630) 및 일부 분지의 경로에 대한 분지 경로 길이 맵을 생성할 수 있다. 경로 길이 맵(예를 들어, 전체 경로 길이 맵(630) 및 분지 경로 길이 맵)의 개별 픽셀 값은, 시작 위치(619)로부터 해당 픽셀에 대응하는 위치까지의 경로를 따른 길이를 지시하는 값을 가질 수 있다.

[0055] 그리고 단계(315)에서 전자 장치는 생성된 전체 경로 길이 맵(630)으로부터 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대해 분지 경로 길이 맵을 획득할 수 있다. 일 실시예에 따르면 전자 장치는 각 분지 별 분지 경로를 식별하고, 식별된 분지 경로에 대응하는 분지 경로 길이 맵을 전체 경로 길이 맵(630)으로부터 분할할 수 있다.

[0056] 예를 들어, 전자 장치는 혈관 영역 영상 및/또는 전체 경로 길이 맵(630)으로부터 추출된 복수의 분지들의 각각에 대응하는 분지 경로를 추출할 수 있다. 분지 경로는 시작 위치로부터 혈관 영역 영상에서 추출된 각 분지(branch)의 말단 위치까지 연결된 경로일 수 있다. 전자 장치는 혈관의 중심선(center line)을 따라 전술한 분지 경로를 도 7에 도시된 바와 같이 추출할 수 있다. 예를 들어, 도 7에서는 4개의 분지에 대해 제1 분지 경로(741), 제2 분지 경로(742), 제3 분지 경로(743), 및 제4 분지 경로(744)가 추출될 수 있다.

[0057] 전자 장치는 추출된 분지 경로를 이용하여 전체 경로 길이 맵(630)으로부터 각 분지 경로 별로 경로 길이 맵을 획득할 수 있다. 단일 분지 경로에 대한 경로 길이 맵은 분지 경로 길이 맵이라고도 나타낼 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 전체 경로 길이 맵(630)에서 각 분지 경로에 대응하는 부분 맵을 추출함으로써, 해당 분지 경로에 대응하는 분지 경로 길이 맵을 획득할 수 있다. 전자 장치는 분지 경로에 해당하는 부분의 픽셀 값이 1이고, 나머지 부분의 픽셀 값이 0인 분지 경로 마스크 영상을 생성할 수 있고, 분지 경로 마스크 및 전체 경로 길이 맵(630) 간의 엘리먼트 별 곱(element-wise product)을 통해 해당 분지 경로의 분지 경로 길이 맵을 생성할 수 있다. 예를 들어, 도 8에 도시된 바와 같이, 전자 장치는 제1 분지 경로(741)에 대해 제1 분지 경로 길이 맵(831), 제2 분지 경로(742)에 대해 제2 분지 경로 길이 맵(832), 제3 분지 경로(743)에 대해 제3 분지 경로 길이 맵(833), 제4 분지 경로(744)에 대해 제4 분지 경로 길이 맵(834)을 획득할 수 있다.

[0058] 그리고 단계(316)에서 전자 장치는 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 분지 경로 길이 맵에 기초하여 해당 분지 경로의 위치 이동 예측 필드를 도 9에 도시된 바와 같이 생성할 수 있다. 임의의 분지 경로에 대한 위치 이동 예측 필드는 환자의 생체 활동에 의한 해당 분지 경로의 잠재적인 위치 변화의 예측을 나타낸 필드로서, 기준 프레임의 혈관 영상의 해당 분지 경로 내에 속하는 지점, 혈관 분지, 및 혈관이 촬영 대상인 환자의 생체 활동에 의해 잠재적으로 이동될 수 있는 위치 및/또는 영역을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 위치 이동 예측 필드는 경로 길이 맵(예를 들어, 전체 경로 길이 맵 및 분지 경로 길이 맵)과 같은 해상도의 필드로서 경로 길이 맵에 포함된 픽셀들과 같은 개수의 예측 값들의 집합일 수 있다. 분지 경로의 임의의 지점에 대한 예측 값은, 분지 경로 길이 맵에서 분지 경로에 속하는 픽셀들 중 생체 활동에 의해 해당 지점으로 잠재적으로 이동될 수 있는 픽셀을 지시하는 값을 가질 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 각 분지 경로에 대한 위치 이동 예측 필드

에서, 해당 분지 경로 내 각 지점이 생체 활동에 의해 잠재적으로 이동될 수 있다고 예측된, 위치 및/또는 영역의 예측 값을 해당 지점의 경로 길이 값과 동일한 값으로 결정할 수 있다. 달리 말해, 본 명세서에서 위치 이동 예측 필드는 분지 경로의 길이 방향 축에 수직한 위치를 심장 박동에 의해 분지 경로가 잠재적으로 일시적으로 존재할 수 있는 영역이라고 예측해둔 필드라고 해석될 수도 있다.

[0059] 일 실시예에 따르면 전자 장치는 분지 경로 내 각 지점 및 분지 경로 바깥의 지점 간의 유클리드 거리 변환(Euclidean distance transform)에 기초하여 위치 이동 예측 필드의 각 예측 값을 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 분지 경로 길이 맵에서 대상 지점(959)과 분지 내 지점들 간의 유클리드 거리(958)에 기초하여, 대상 지점(959)의 예측 값을 결정할 수 있다. 예를 들어, 한 분지 경로에 대한 위치 이동 예측 필드에서 대상 지점(959)에서의 예측 값은, 해당 분지 경로 길이 맵에서 해당 분지 경로에 속하는 픽셀들 중 대상 지점(959)에 대응하는 픽셀 위치와 가장 가까운(예를 들어, 유클리드 거리(958)가 가장 작은) 픽셀 위치의 픽셀이 갖는 경로 길이 값을 가질 수 있다. 도 9에서는 전자 장치가 제1 분지 경로 길이 맵(831)으로부터 제1 위치 이동 예측 필드(951), 제2 분지 경로 길이 맵(832)으로부터 제2 위치 이동 예측 필드(952), 제3 분지 경로 길이 맵(833)으로부터 제3 위치 이동 예측 필드(953), 제4 분지 경로 길이 맵(834)로부터 제4 위치 이동 예측 필드를 생성할 수 있다. 본 명세서에서는 경로 길이 맵 및 위치 이동 예측 필드에서, 시작 지점에 가까울수록 어두운 색상, 시작 지점으로부터 멀수록 밝은 색상으로 도시되었다. 다시 말해 작은 값(예를 들어, 0에 가까운 값)은 어두운 색상, 큰 값(예를 들어, 1000에 가까운 값)은 밝은 색상으로 표현된다.

[0060] 전술한 위치 이동 예측 필드는 경로 길이를 따라 혈관의 외부 및 내부에서 서로 동등한 영역을 암시할 수 있다. 다시 말해, 위치 이동 예측 필드는 생체 활동(예를 들어, 심장박동 및/또는 호흡)으로 인해 기준 프레임에서 식별된 혈관 영역 외부에 위치되는 것처럼 보이는 대상 프레임에서의 가이드와이어의 실제 위치를 추정할 수 있는 단서로 사용될 수 있다.

[0061] 도 10 내지 도 12는 일 실시예에 따른 가이드와이어 정보의 보정을 설명한다.

[0062] 단계(1021)에서 전자 장치는 대상 프레임의 혈관 영상(1160)으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 대상 프레임의 카테터 위치(1171)를 검출할 수 있다. 전술한 바와 같이, 전자 장치는 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 기준 프레임의 카테터 위치를 검출할 수 있다. 다시 말해, 기준 프레임 및 대상 프레임에서 카테터 위치를 검출하기 위해 제1 기계 학습 모델이 사용될 수 있다.

[0063] 그리고 단계(1022)에서 전자 장치는 제1 기계 학습 모델과 다른 제2 기계 학습 모델에 기초하여, 대상 프레임의 혈관 영상(1160)으로부터 가이드와이어 정보를 추출할 수 있다. 제2 기계 학습 모델은 혈관 영상으로부터 가이드와이어를 추출하도록 설계 및 트레이닝된 모델로서, 뉴럴 네트워크를 포함할 수 있다. 제2 기계 학습 모델은 대상 프레임의 혈관 영상(1160)의 입력에 응답하여, 대상 프레임의 가이드와이어 정보를 출력할 수 있다. 가이드와이어 정보는 혈관 영상 중 가이드와이어에 대응하는 부분(1172)에 관한 정보로서, 영상에서 가이드와이어에 속하는 픽셀, 지점 및 영역 중 적어도 하나 또는 둘 이상의 조합을 지시하는 정보를 포함할 수 있다. 가이드와이어 정보는 가이드와이어를 분할한 부분 영상을 포함할 수도 있다. 참고로, 제1 기계 학습 모델은 키포인트 R-CNN(regional convolutional neural network)로서 지점을 출력하는 모델일 수 있고, 제2 기계 학습 모델은 마스크 R-CNN으로서 분할된 영역을 출력하는 모델일 수 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니다.

[0064] 따라서, 전자 장치는 도 11에 도시된 바와 같이, 대상 프레임(예를 들어, 현재 프레임)의 혈관 영상(1160)으로부터 제1 기계 학습 모델 및 제2 기계 학습 모델에 기초하여 카테터 선단부(tip)의 위치(1171) 및 가이드와이어에 대응하는 부분(1172)을 검출한 검출 결과(1170)를 생성할 수 있다.

[0065] 이어서 단계(1023)에서 전자 장치는 카테터에 대해 대상 프레임에서 검출된 위치 및 기준 프레임에서 검출된 기준 위치 간의 차이에 기초하여, 가이드와이어 정보를 보정할 수 있다. 다시 말해, 전자 장치는 기준 프레임의 카테터 위치(519) 및 대상 프레임의 카테터 위치(1171) 간의 차이(1201)에 기초하여, 가이드와이어 정보를 보정할 수 있다. 예를 들어, 도 12에 도시된 바와 같이, 전자 장치는 기준 프레임의 카테터 위치(519) 및 대상 프레임의 카테터 위치(1171) 간의 차이(1201)(예를 들어, 벡터 차이)만큼 대상 프레임의 가이드와이어에 대응하는 부분(1172)을 이동시킨 보정된 가이드와이어 정보(1273)를 획득할 수 있다.

[0066] 도 13 내지 도 16은 일 실시예에 따른 분지 경로의 선택 및 가이드와이어 정보의 시각화를 설명한다.

[0067] 단계(1331)에서 전자 장치는 보정된 가이드와이어 정보 및 산출된 위치 이동 예측 필드에 기초하여, 분지 경로별 가이드와이어 후보 영역(guidewire candidate region)을 추출할 수 있다. 일 실시예에 따른 전자 장치는 보정된 가이드와이어 정보를 이용하여 분지 경로 별로 위치 이동 예측 필드에 기초한 후보 영역을 추출할 수

있다.

[0068] 예를 들어, 전자 장치는 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 위치 이동 예측 필드 상에 보정된 가이드와이어 정보를 매핑함으로써, 해당 분지 경로에서 가이드와이어에 대응하는 복수의 예측 값들을 획득할 수 있다. 도 14에 도시된 바와 같이, 전자 장치는 제1 위치 이동 예측 필드(951), 제2 위치 이동 예측 필드(952), 제3 위치 이동 예측 필드(953), 및 제4 위치 이동 예측 필드(954)에 보정된 가이드와이어 정보(1273)를 개별적으로 매핑할 수 있다. 전자 장치는 각 위치 이동 예측 필드로부터 보정된 가이드와이어 정보(1273)가 매핑된 위치에 해당하는 예측 값들을 추출할 수 있다.

[0069] 전자 장치는 각 분지 경로의 위치 이동 예측 필드로부터 획득된 복수의 예측 값들에 기초하여 해당 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역을 추출할 수 있다. 전자 장치는 획득된 복수의 예측 값들 중 최소 값(예를 들어, 최소 경로 길이 값) 및 최대 값(예를 들어, 최대 경로 길이 값)에 기초하여 해당 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역을 추출할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는, 각 분지 경로에 대해, 가이드와이어에 속하는 지점별 위치 이동 예측 값들 중 최소 값 및 최대 값을 결정할 수 있다. 도 15에 도시된 바와 같이, 전자 장치는 제1 위치 이동 예측 필드(1551)에서 보정된 가이드와이어 정보가 매핑된 지점들의 예측 값들 중 최소 값(1501) 및 최대 값(1509)을 결정할 수 있다. 전자 장치는 나머지 제2 위치 이동 예측 필드(1552), 제3 위치 이동 예측 필드(1553), 및 제4 위치 이동 예측 필드(1554)에 대해서도 각 분지 경로에서의 가이드와이어 정보가 매핑된 예측 값들 중 최소값 및 최대값을 결정할 수 있다.

[0070] 전자 장치는 해당 분지 경로의 분지 경로 길이 맵에서 전술한 결정된 최소 값으로부터 최대 값까지의 후보 영역을 추출할 수 있다. 후보 영역은, 해당 분지 경로에서 현재/대상 프레임의 가이드와이어가 잠재적으로 존재할 가능성이 있는 부분을 나타내는 영역으로서, 후보 부분 길이 맵이라고도 나타낼 수 있다. 전자 장치는 전술한 도 8에서 획득된 제1 분지 경로 길이 맵(831)으로부터 도 14와 관련하여 전술된 바와 같이 제1 분지 경로(741)에 대해 결정된 최소값 및 최대값 사이의 영역을 제1 후보 영역(1581)으로 추출할 수 있다. 유사하게, 전자 장치는 제2 분지 경로 길이 맵(832)으로부터, 도 14와 관련하여 전술한 동작에 따라 제2 분지 경로(742)에 대해 결정된 최소값 및 최대값 사이의 영역을 제2 후보 영역(1582)으로 추출할 수 있다. 전자 장치는 제3 분지 경로 길이 맵(833)으로부터 해당 분지 경로에서 최소 값 및 최대 값 사이의 제3 후보 영역(1583), 제4 분지 경로 길이 맵(834)으로부터 해당 분지 경로에서 최소 값 및 최대 값 사이의 제4 후보 영역(1584)를 추출할 수 있다.

[0071] 그리고 단계(1332)에서 전자 장치는 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교에 기초하여, 하나 이상의 분지 경로 중 한 분지 경로를 선택할 수 있다. 일 실시예에 따른 전자 장치는 도 15에서 설명된 각 후보 영역 및 보정된 가이드와이어 정보 간의 비교 점수를 산출할 수 있다. 전자 장치는 각 후보 영역에 대해 산출된 비교 점수를 정렬하고, 비교 점수의 정렬 순서에 기초하여 복수의 후보 영역들 중 한 후보 영역을 결정할 수 있다. 전자 장치는 결정된 후보 영역에 대응하는 분지 경로를 선택할 수 있다. 전자 장치는 비교 점수로서 거리 점수(distance score) 또는 유사 점수(similarity score)를 산출할 수 있다. 거리 점수는 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 차이 정도(difference level)를 나타내는 점수로서, 유사할수록 거리 점수가 작을 수 있다. 유사 점수는 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 유사도(similarity level)를 나타내는 점수로서, 유사할수록 유사 점수가 클 수 있다. 본 명세서에서는 주로 거리 점수를 설명하나, 이로 한정하는 것은 아니다.

[0072] 예를 들어, 전자 장치는 각 분지 경로 별로 획득된 후보 영역에 대해 제1 간격마다 샘플링함으로써, 각 후보 영역의 후보 샘플링 지점들(sampling points)을 획득할 수 있다. 전자 장치는 보정된 가이드와이어 정보에 대해서도 제2 간격마다 샘플링함으로써, 가이드와이어 정보의 가이드와이어 샘플링 지점들을 획득할 수 있다. 제1 간격은 후보 영역의 최소 값에 대응하는 지점부터 최대 값에 대응하는 지점까지의 분지 경로(예를 들어, 혈관 중심선)를 따른 길이를 n으로 등분한 간격일 수 있다. 여기서, n은 2 이상의 정수일 수 있다. 제2 간격은 보정된 가이드와이어 정보에 대응하는 가이드와이어 영역의 분지 경로(예를 들어, 혈관 중심선 또는 가이드와이어 중심선)를 따른 길이를 n으로 등분한 간격일 수 있다. 따라서, 전자 장치는 후보 영역들 및 가이드와이어 정보의 각각에 대해 n개 샘플링 포인트들을 추출할 수 있다.

[0073] 일 실시예에 따르면 전자 장치는 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 거리 점수(distance score)를 산출할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 각 후보 영역의 n개의 후보 샘플링 지점들 및 보정된 가이드와이어 정보에서 해당하는 n개의 가이드와이어 샘플링 지점들 간의 거리들의 합을 전술한 거리 점수로서 산출할 수 있다. 전자 장치는 유클리드 거리(Euclidean distance), 하우스도르프 거리(Hausdorff distance), 및 프레세 거리(Frechet distance) 등의 다양한 곡선 거리(curve distance) 기법을 이용하여, 샘플

링 지점들 간의 거리 및 거리들의 합을 산출할 수 있다. 전자 장치는 가이드와이어 후보 영역들 중 가장 높은 거리 점수를 나타내는 후보 영역을 가지는 분지 경로를 선택할 수 있다.

[0074] 또한, 전자 장치는 대상 프레임에서의 시행 뿐만 아니라, 과거 프레임에서의 시행에 기초하여 비교 점수(예를 들어, 거리 점수)를 산출할 수 있다. 일 실시예에 따른 전자 장치는 대상 프레임의 이전 프레임에서 각 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교 이력 및 대상 프레임에서 각 분지 경로의 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교 결과에 기초하여, 분지 경로를 선택할 수 있다.

[0075] 예를 들어, 전자 장치는 시행 이력에 기초하여 시행 별 비교 점수(예를 들어, 거리 점수)의 융합된 결과 값을 산출할 수 있다. 융합된 결과 값은 다양한 가중 함수에 기초하여 산출될 수 있다. 예시적으로는 가중합일 수 있다. 전자 장치는 산출된 결과 값에 기초하여 복수의 후보 분지들 중 한 후보 분지를 선택할 수 있다.

[0076] 전자 장치는 대상 프레임에 대해 제1 프레임 차이만큼 선행한 제1 이전 프레임에서의 제1 비교 점수에 대해 제1 가중치를 적용할 수 있다. 전자 장치는 대상 프레임에 대해 제1 프레임 차이보다 큰 제2 프레임 차이만큼 선행한 제2 이전 프레임에서의 제2 비교 점수에 대해 제1 가중치와 다른 제2 가중치를 적용할 수 있다. 예를 들어, 비교 점수가 거리 점수인 경우, 전자 장치는 제1 가중치보다 큰 제2 가중치를 제2 비교 점수에 적용할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 대상 프레임의 비교 점수보다 이전 프레임의 비교 점수에 대해 높은 가중치를 적용할 수 있다. 전자 장치는 현재 프레임과 이전 프레임 간의 프레임 차이가 클수록, 높은 가중치를 적용할 수 있다. 현재 프레임에 시간적으로 인접할수록, 다시 말해, 현재 프레임과 이전 프레임 간의 프레임 차이가 작을수록 낮은 가중치를 적용할 수 있다. 전자 장치는 제1 비교 점수에 제1 가중치가 적용된 제1 부분 점수 및 제2 비교 점수에 제2 가중치가 적용된 제2 부분 점수에 기초한 융합 결과 값(fused result value)을 이용하여 분지 경로를 선택할 수 있다. 아래에서는 비교 점수로서 거리 점수를 예로 들어 설명한다.

[0077] 예시적으로, 전자 장치는 전술한 4개의 분지 경로들에 대해 T-4 프레임부터 T 프레임(예를 들어, 대상 프레임)까지 하기 표 1과 같은 거리 점수를 획득할 수 있다.

표 1

[0078]

Timestep	T - 4	T - 3	T - 2	T - 1	T
Path 1.	206.35	210.15	177.55	239.74	285.42
Path 2.	49.41	40.89	39.01	59.44	85.16
Path 3.	7.29	12.01	35.67	13.68	8.26
Path 4.	7.29	12.01	35.67	13.68	8.26

[0079] 전자 장치는 각 분지 경로에 대해 선형 가중 평균(linear weighted average)을 산출할 수 있다. 예를 들어, T-4번째 프레임의 거리 점수에 대한 가중치는 5, T-3번째 프레임의 거리 점수에 대한 가중치는 4, T-2번째 프레임에 대한 가중치는 3, T-1번째 프레임에 대한 가중치는 2, T번째 프레임에 대한 가중치는 1일 수 있다. 전자 장치는 제1 분기 경로에 대해 시행 이력에 기초한 가중 거리 점수를 Distance from Path1 = 5 * 206.35 + 4 * 210.15 + 3 * 177.55 + 2 * 239.74 + 1 * 285.42 = 3169.9로 산출할 수 있다. 유사하게, 전자 장치는 제2 분지 경로에 대한 가중 거리 점수 Distance from Path2 = 5 * 49.41 + 4 * 40.89 + 3 * 39.01 + 2 * 59.44 + 1 * 85.16 = 731.68, 제3 분지 경로에 대한 가중 거리 점수 Distance from Path3 = 5 * 7.29 + 4 * 12.01 + 3 * 35.67 + 2 * 13.68 + 1 * 8.26 = 227.12, 제4 분지 경로에 대한 가중 거리 점수 Distance from Path4 = 5 * 7.29 + 4 * 12.01 + 3 * 35.67 + 2 * 13.68 + 1 * 8.26 = 227.12를 산출할 수 있다. 따라서 전자 장치는 가이드와이어가 제3 분지 경로 및/또는 제4 분지 경로에 위치되는 것으로 결정할 수 있다. 가이드와이어가 배치된 위치는 제3 분지 경로 및 제4 분지 경로가 분기하기 전 서로 공유하는 영역일 수 있다. 전술한 바와 같이 전자 장치는 시행 이력을 고려함으로써, 대상 프레임(예를 들어, 현재 프레임)에서 일시적으로 오차가 발생하더라도 가이드와이어가 위치되는 분지를 정확히 결정할 수 있다참고로, 가중 거리 점수로서, 선형 가중 합을 설명하였으나, 이로 한정하는 것은 아니고, 이븐 가중치(Even weight)(예를 들어, 모든 시간 프레임에 대해 같은 가중치를 1 * 100 + 1 * 105 + 1 * 200 + 1 * 30 = 435 과 같이 적용), 램프 가중치(예를 들어, 2의 배수와 같이 램프업되는 가중치를 8 * 100 + 4 * 105 + 2 * 200 + 1 * 30 = 1650과 같이 적용), 비선형 가중치(예를 들어, 비선형 함수 f(x)에 따른 가중치를 f(1) * 100 + f(2) * 105 + f(3) * 200 + f(4) * 30과 같이 적용)가 사용될 수도 있다.

[0080] 이어서 단계(1341)에서 전자 장치는 선택된 분지 경로의 중심선에 가이드와이어 정보를 피팅하고, 피팅된 가이드와이어 정보를 분지 경로 상에 오버레이할 수 있다. 전자 장치는 선택된 분지 경로의 중심선에 가이드와이어

정보를 피팅할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 가이드와이어 정보의 가이드와이어 샘플링 지점들 및 후보 영역 내 중심선의 샘플링 지점들 간의 좌표 변환 행렬을 산출할 수 있다. 좌표 변환 행렬은 가이드와이어를 혈관의 중심선에 피팅되도록, 회전(rotation) 및/또는 이동(translation)을 위한 행렬을 나타낼 수 있다. 전자 장치는 보정된 가이드와이어 정보에 포함된 픽셀들에 산출된 좌표 변환 행렬을 적용할 수 있다.

[0081] 전자 장치의 디스플레이는 피팅된 가이드와이어 정보(1690)를 분지 경로 상에 오버레이할 수 있다. 다시 말해 전자 장치는 기준 프레임 이후의 프레임인 대상 프레임의 혈관 영상(1160)에서 획득된 가이드와이어를 대응하는 혈관의 중심선(1680)에 피팅하여 제공할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 대상 프레임에서 획득된, 보정 전 가이드와이어와 구분되도록, 색상, 테두리, 두께, 및 밝기 중 적어도 하나를 변경한 그래픽 표현으로 전술한 좌표 변환된 가이드와이어를 혈관 영상에 오버레이할 수 있다.

[0082] 전술한 도 10 내지 도 16에서 설명한 동작들은 매 프레임마다 수행될 수 있다. 예를 들어, 조영제가 투입된 시점인 기준 프레임 이후, 일련의 대상 프레임들에서 도 10 내지 도 16에서 설명한 동작들이 수행될 수 있다. 조영제가 다시 투입되는 경우, 조영제가 주입되는 시점이 새로운 기준 프레임으로 설정될 수 있다. 조영제가 새로 주입되는 경우 도 1 내지 도 9에서 설명한 동작들이 수행되고, 조영제가 다시 주입되기 전까지 매 대상 프레임마다 도 10 내지 조 16에서 설명한 동작들이 수행될 수 있다. 다시 말해, 기준 프레임이 리셋되기 전까지 해당 기준 프레임에서 획득된 위치 이동 예측 필드가 재사용될 수 있다.

[0083] 도 17은 일 실시예에 따른 가이드와이어 검출 장치를 설명하는 블록도이다.

[0084] 전자 장치(1700)는 영상 획득부(1710), 프로세서(1720), 디스플레이(1730), 및 메모리(1740)를 포함할 수 있다. 전자 장치(1700)는 가이드와이어 검출 장치라고도 나타낼 수 있다.

[0085] 영상 획득부(1710)는 기준 프레임의 혈관 영상 및 대상 프레임의 혈관 영상을 획득할 수 있다. 일 실시예에 따른 영상 획득부(1710)는 기준 프레임 및 대상 프레임의 CAG(Coronary Angiography) 영상을 기준 프레임 및 대상 프레임의 혈관 영상으로서 획득할 수 있다. 영상 획득부(1710)는 혈관 영상을 촬영하거나, 외부 촬영 장치로부터 혈관 영상을 수신할 수 있다.

[0086] 프로세서(1720)는 기준 프레임(reference frame)의 혈관 영상을 획득할 수 있다. 프로세서(1720)는 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 혈관 영역을 분할한 혈관 영역 영상을 추출할 수 있다. 프로세서(1720)는 기준 프레임의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 카테터의 위치를 검출하여 기준 위치로 설정할 수 있다. 프로세서(1720)는 기준 위치를 이용하여 설정된 시작 위치로부터 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵을 생성할 수 있다. 프로세서(1720)는 생성된 전체 경로 길이 맵으로부터 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대해 분지 경로 길이 맵을 획득할 수 있다. 프로세서(1720)는 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 분지 경로 길이 맵에 기초하여 해당 분지 경로의 위치 이동 예측 필드(length weight field)를 산출할 수 있다. 프로세서(1720)는 대상 프레임(target frame)의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 카테터의 위치를 검출할 수 있다. 프로세서(1720)는 대상 프레임의 혈관 영상으로부터 제2 기계 학습 모델에 기초하여 가이드와이어 정보를 추출할 수 있다. 프로세서(1720)는 카테터에 대해 대상 프레임에서 검출된 위치 및 기준 프레임에서 검출된 기준 위치 간의 차이에 기초하여, 가이드와이어 정보를 보정할 수 있다. 프로세서(1720)는 보정된 가이드와이어 정보 및 산출된 위치 이동 예측 필드에 기초하여, 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역(guidewire candidate region)을 추출할 수 있다. 프로세서(1720)는 분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및 가이드와이어 정보 간의 비교에 기초하여, 하나 이상의 분지 경로 중 한 분지 경로를 선택할 수 있다. 다만, 프로세서(1720)의 동작을 전술한 바로 한정하는 것은 아니고, 도 1 내지 도 16에서 전술한 동작들을 수행할 수 있다.

[0087] 디스플레이(1730)는 선택된 분지 경로에 가이드와이어 정보를 시각화할 수 있다.

[0088] 메모리(1740)는 제1 기계 학습 모델 및 제2 기계 학습 모델을 저장할 수 있다. 또한, 메모리(1740)는 가이드와이어 검출 방법을 수행하기 위해 요구되는 데이터 및/또는 정보를 임시적으로 및/또는 영구적으로 저장할 수 있다.

[0089] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를

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

[0090] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0091] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있으며 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

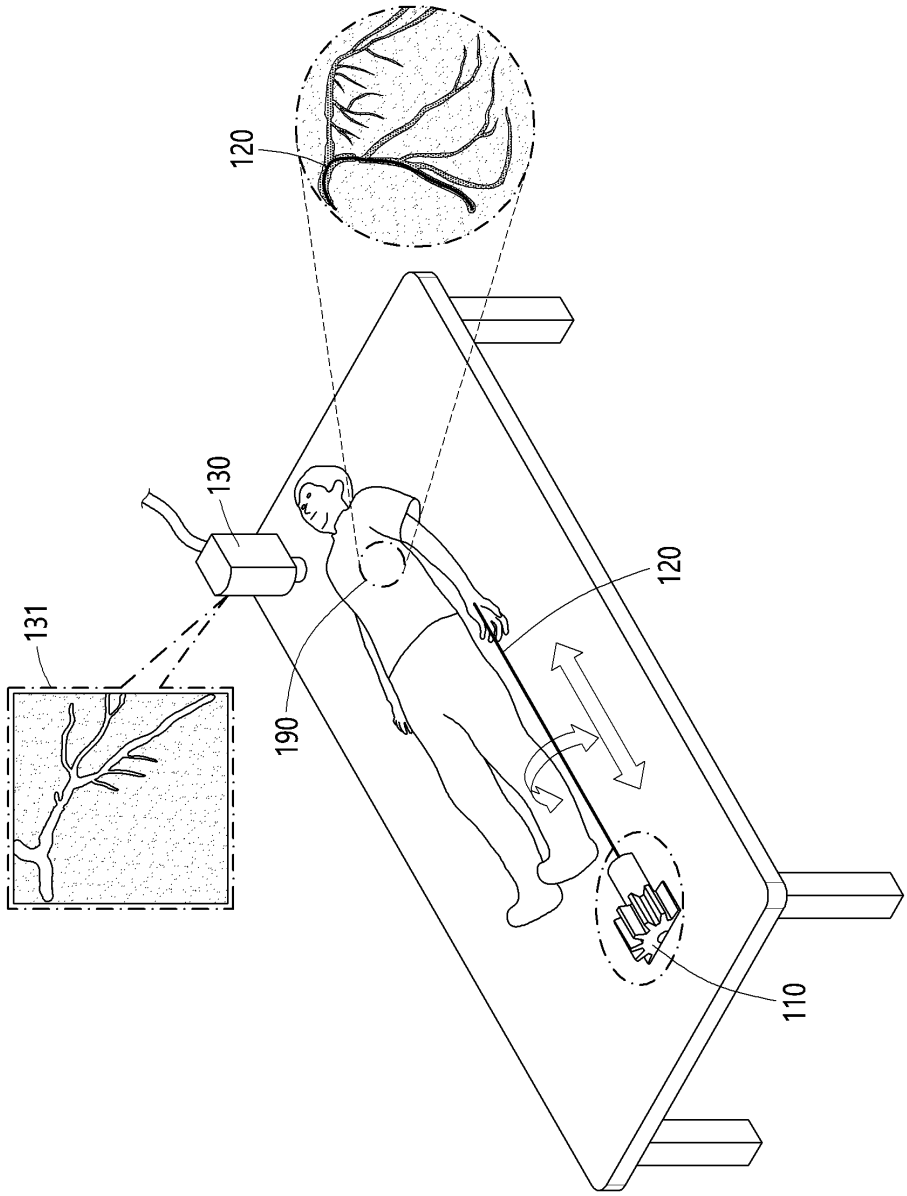
[0092] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0093] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

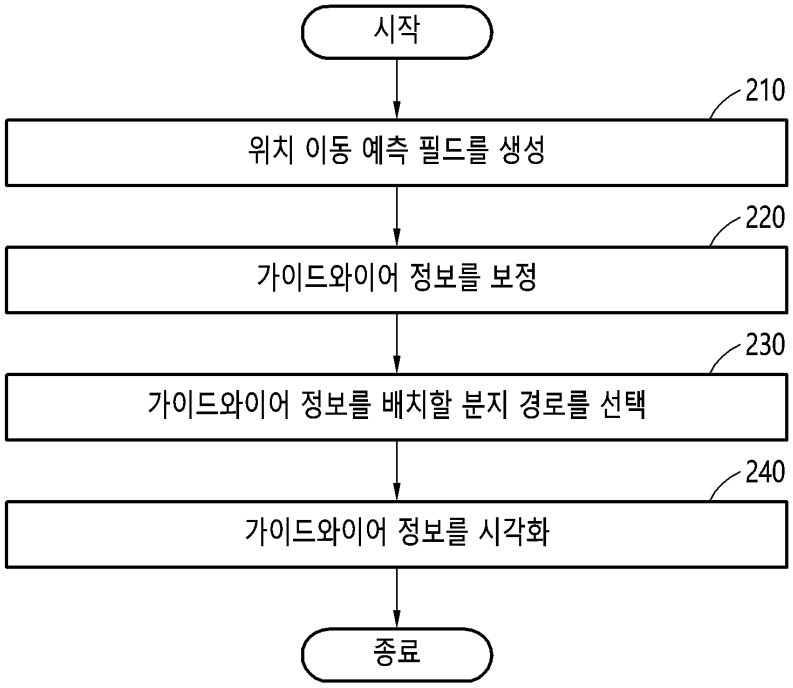
[0094] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

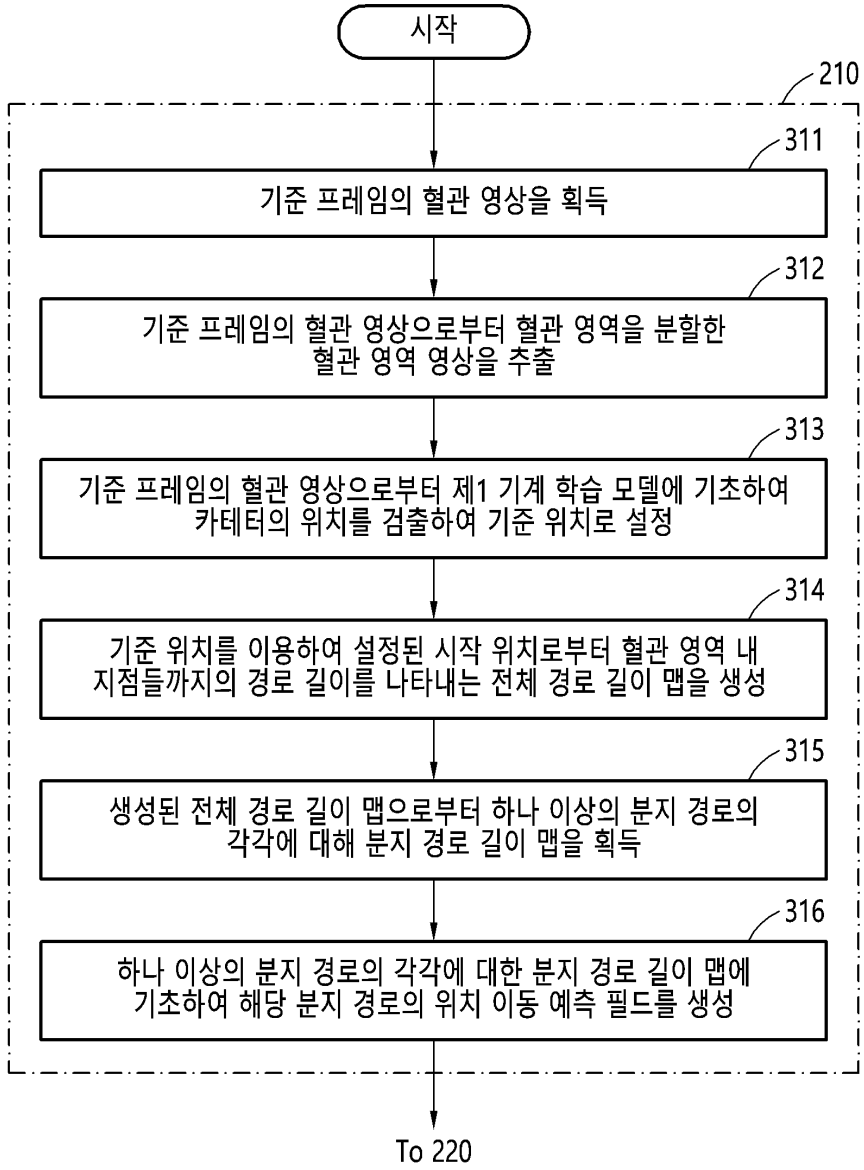
도면1



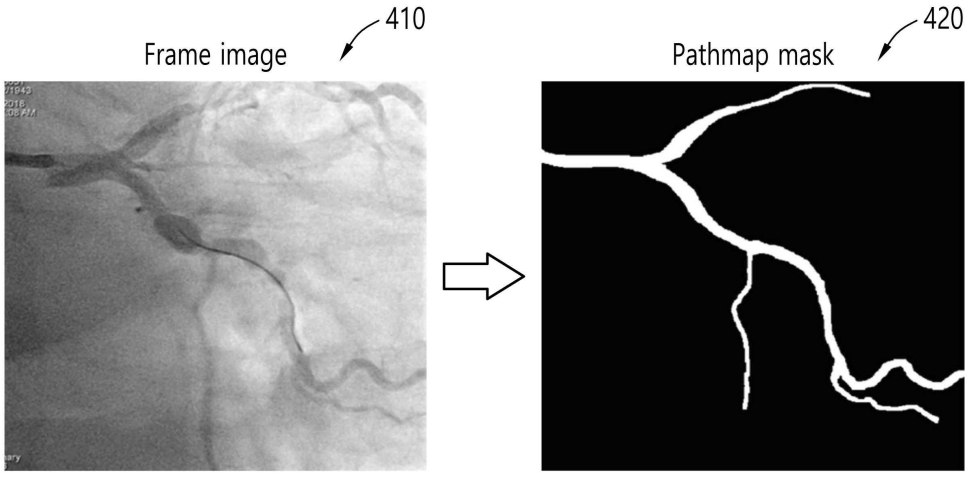
도면2


시작
210
위치 이동 예측 필드를 생성
220
가이드와이어 정보를 보정
230
가이드와이어 정보를 배치할 분지 경로를 선택
240
가이드와이어 정보를 시각화
종료

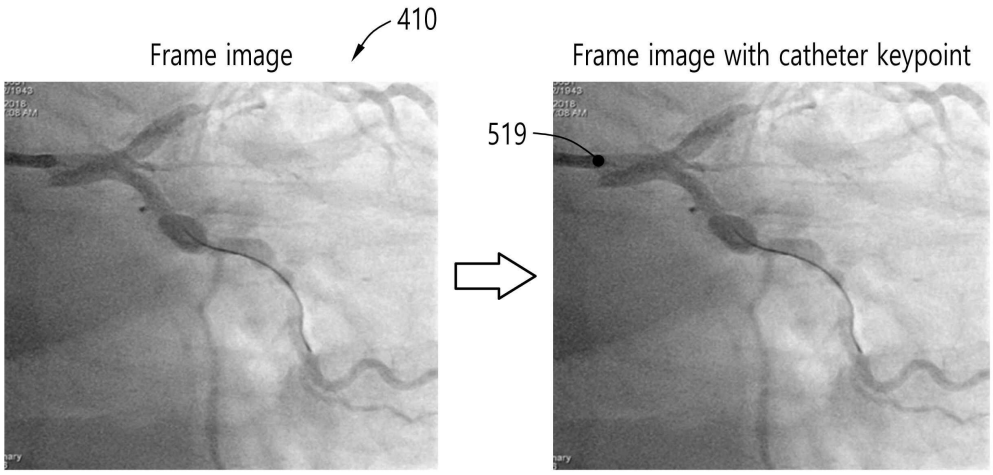
도면3


시작
210
311
기준 프레임의 혈관 영상을 획득
312
기준 프레임의 혈관 영상으로부터 혈관 영역을 분할한 혈관 영역 영상을 추출
313
기준 프레임의 혈관 영상으로부터 제1 기계 학습 모델에 기초하여 카테터의 위치를 검출하여 기준 위치로 설정
314
기준 위치를 이용하여 설정된 시작 위치로부터 혈관 영역 내 지점들까지의 경로 길이를 나타내는 전체 경로 길이 맵을 생성
315
생성된 전체 경로 길이 맵으로부터 하나 이상의 분지 경로의 각각에 대해 분지 경로 길이 맵을 획득
316
하나 이상의 분지 경로의 각각에 대한 분지 경로 길이 맵에 기초하여 해당 분지 경로의 위치 이동 예측 필드를 생성
To 220

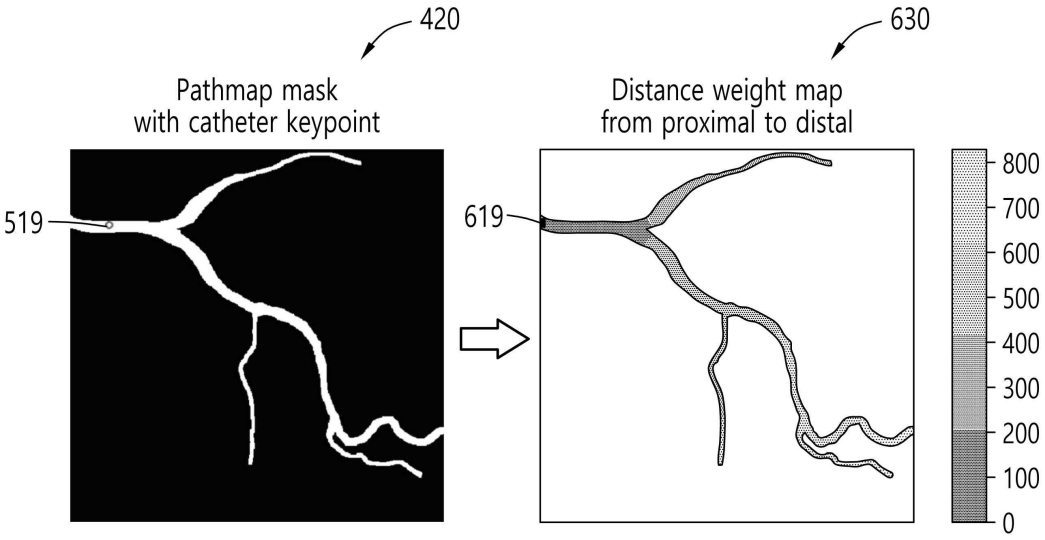
도면4


410
Frame image
420
Pathmap mask

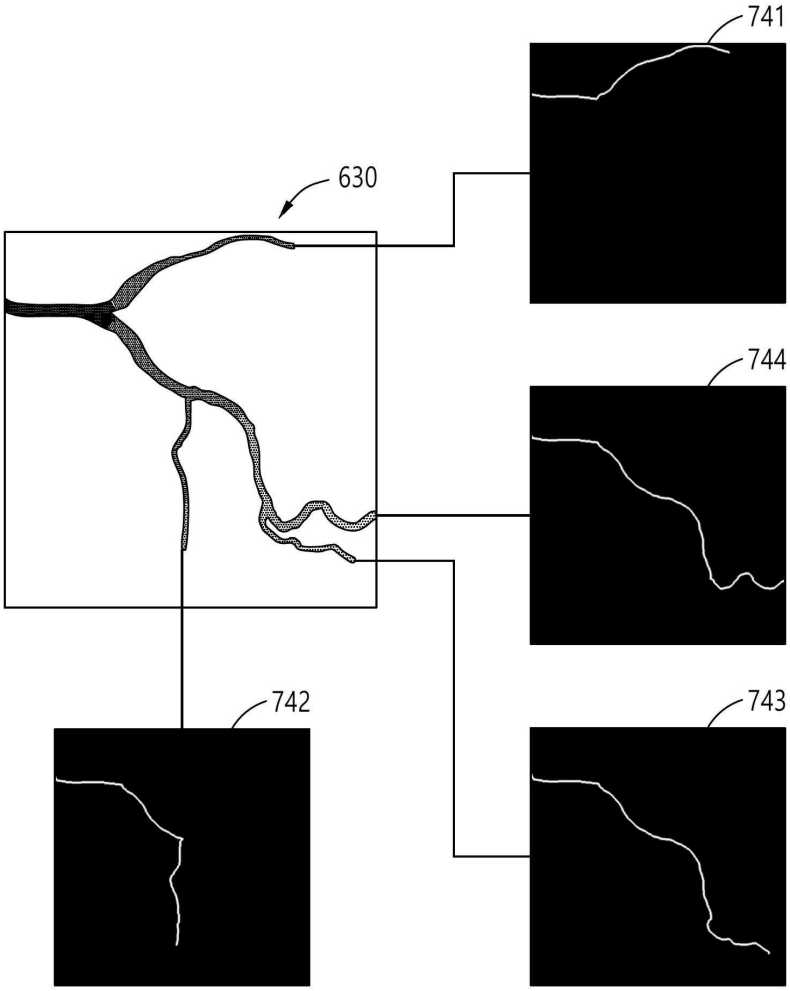
도면5


410
Frame image
Frame image with catheter keypoint
519

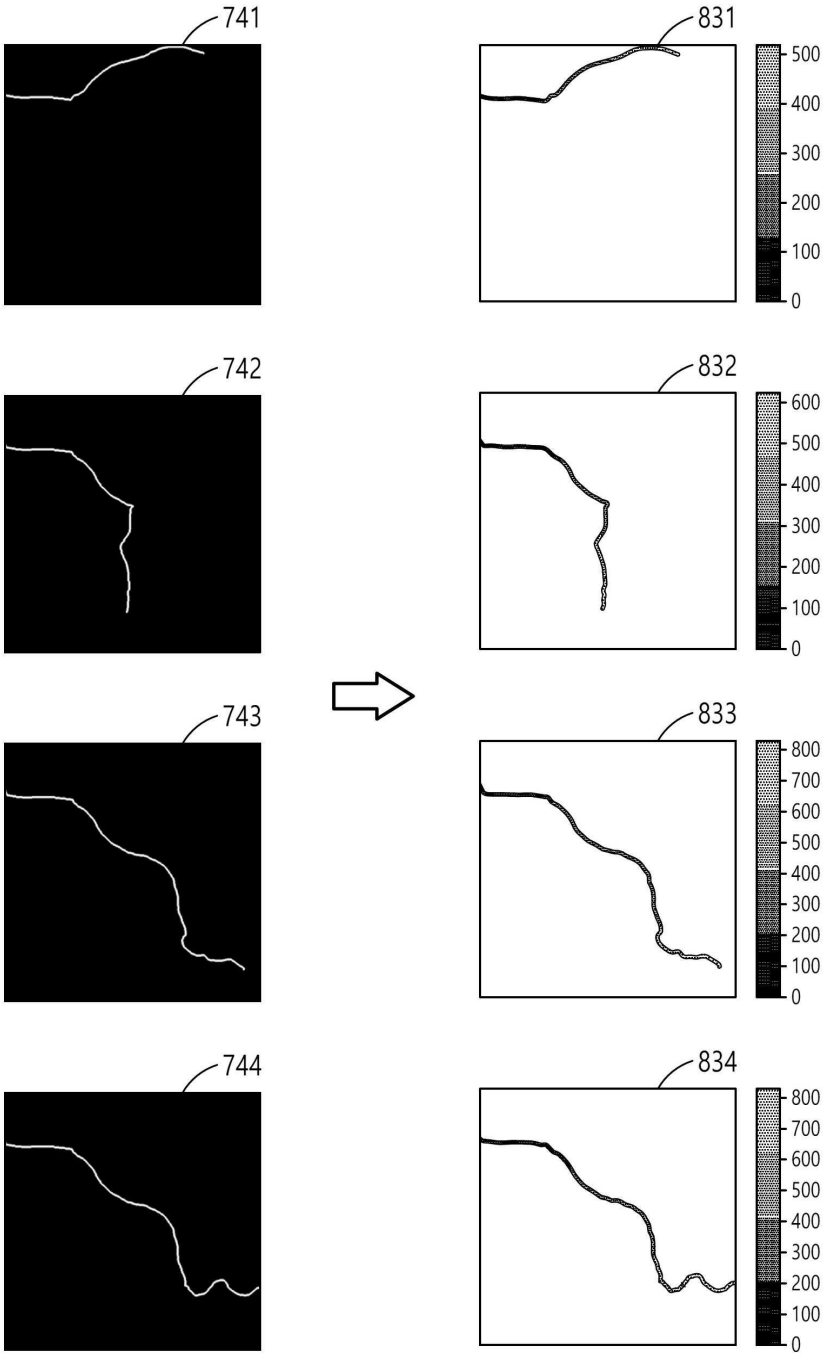
도면6


420
Pathmap mask
with catheter keypoint
519
630
Distance weight map
from proximal to distal
619
800
700
600
500
400
300
200
100
0

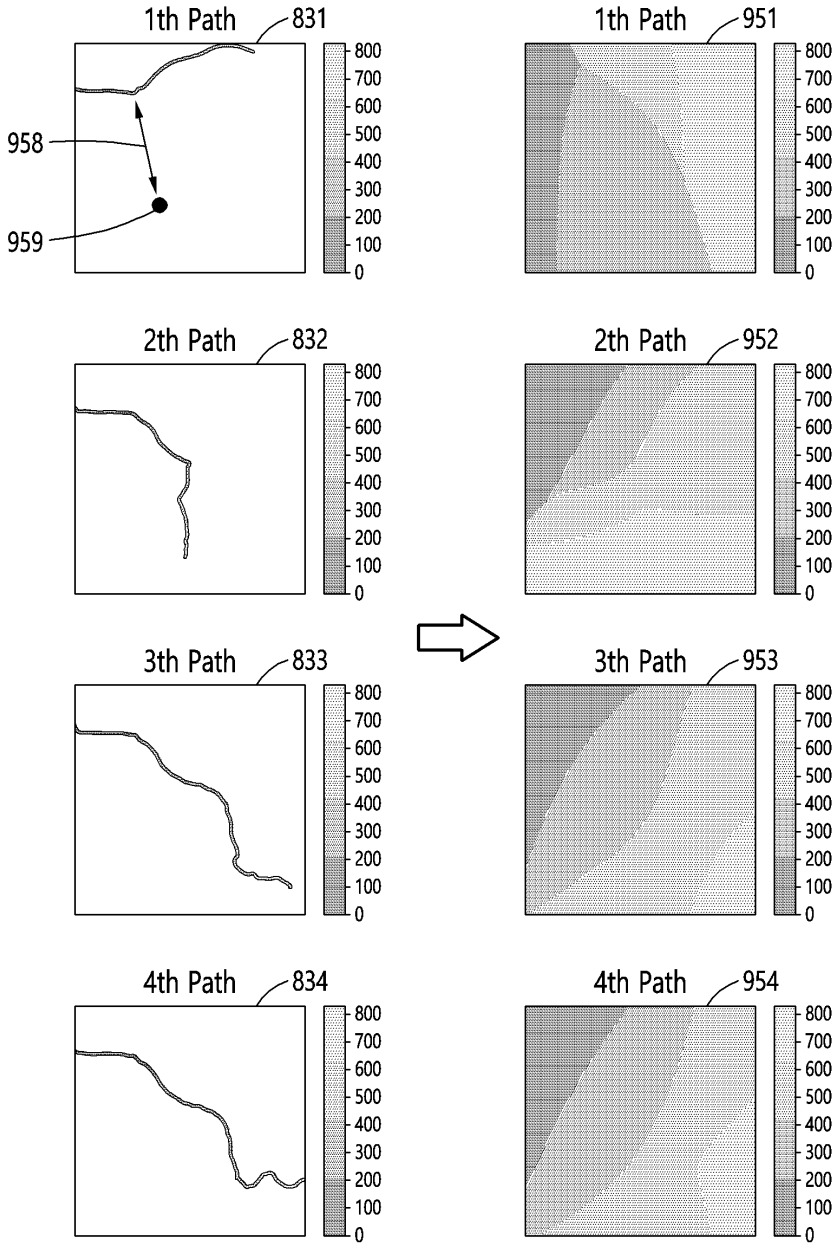
도면7



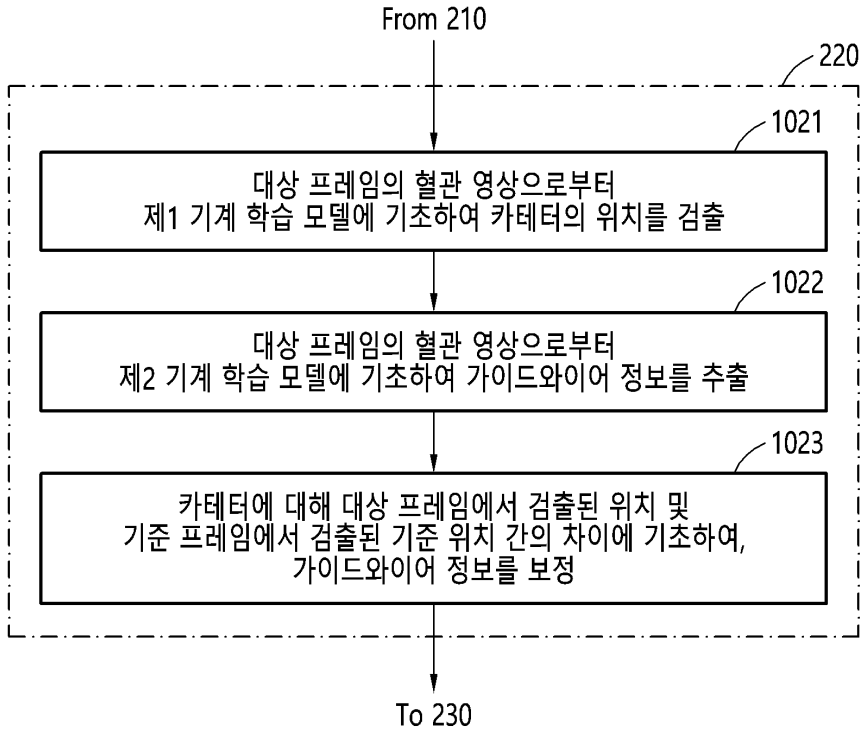
도면8


741
831
500
400
300
200
100
0
742
832
600
500
400
300
200
100
0
743
833
800
700
600
500
400
300
200
100
0
744
834
800
700
600
500
400
300
200
100
0

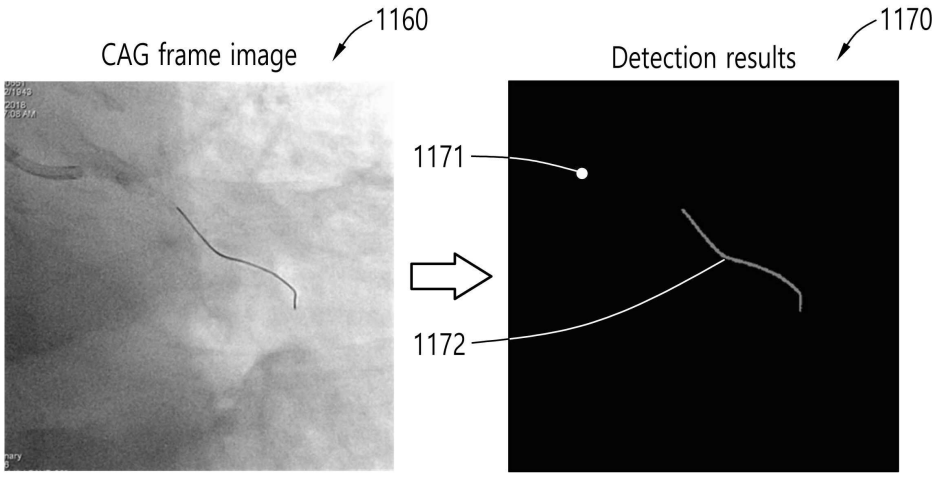
도면9


1th Path
831
958
959
800
700
600
500
400
300
200
100
0
2th Path
832
3th Path
833
4th Path
834
1th Path
951
2th Path
952
3th Path
953
4th Path
954

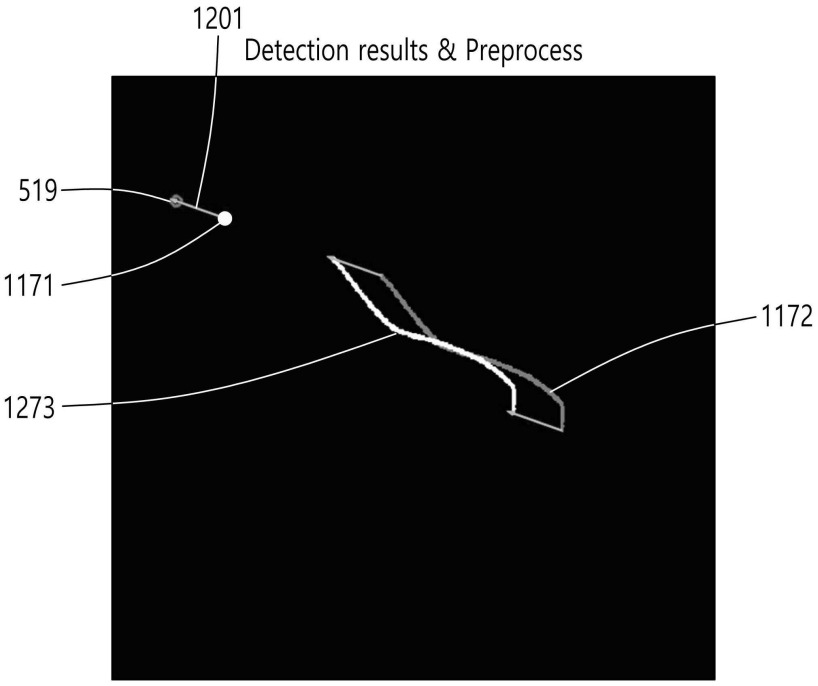
도면10


From 210
220
1021
대상 프레임의 혈관 영상으로부터
제1 기계 학습 모델에 기초하여 카테터의 위치를 검출
1022
대상 프레임의 혈관 영상으로부터
제2 기계 학습 모델에 기초하여 가이드와이어 정보를 추출
1023
카테터에 대해 대상 프레임에서 검출된 위치 및
기준 프레임에서 검출된 기준 위치 간의 차이에 기초하여,
가이드와이어 정보를 보정
To 230

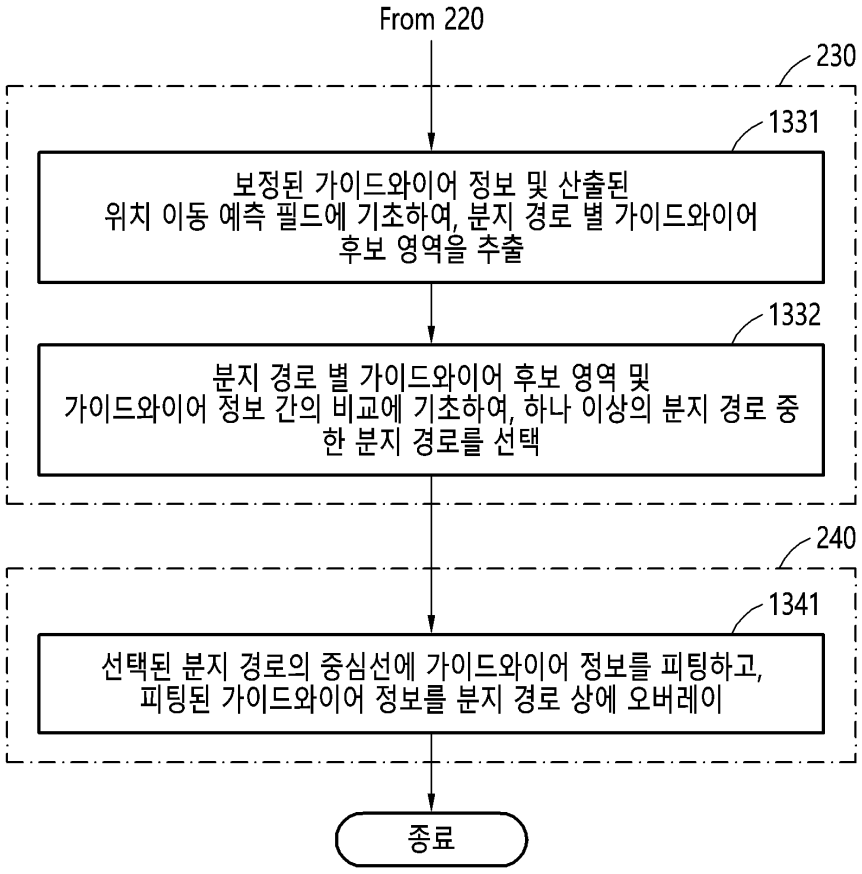
도면11


1160
CAG frame image
1170
Detection results
1171
1172

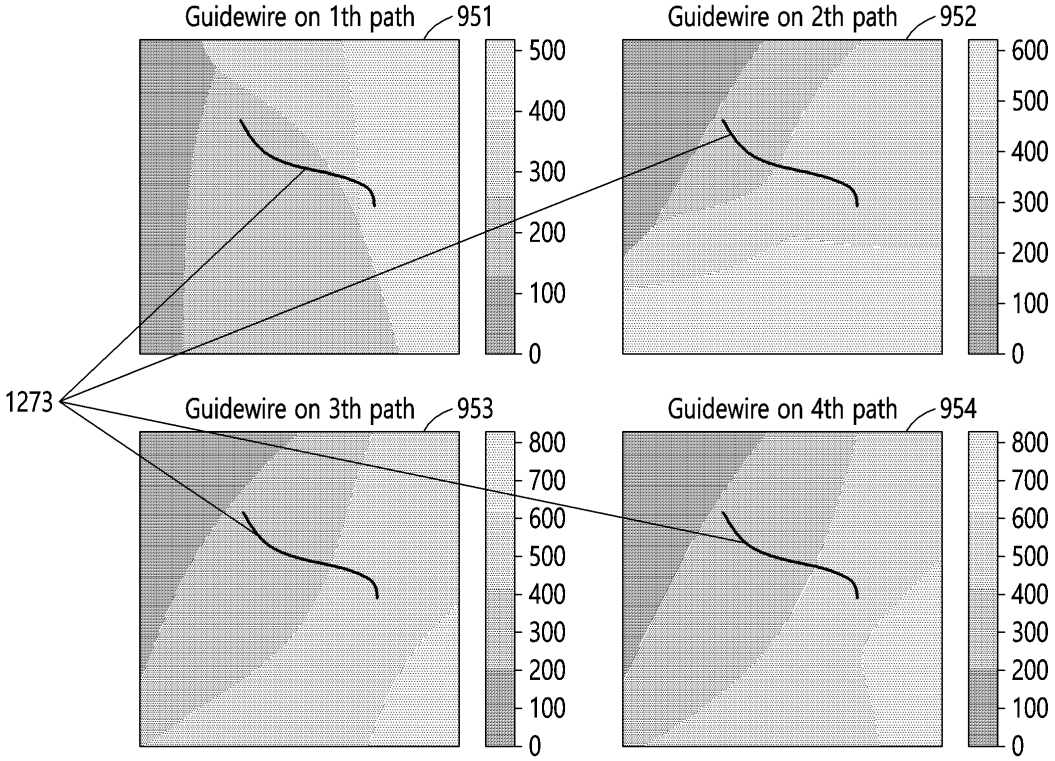
도면12


1201
Detection results & Preprocess
519
1171
1273
1172

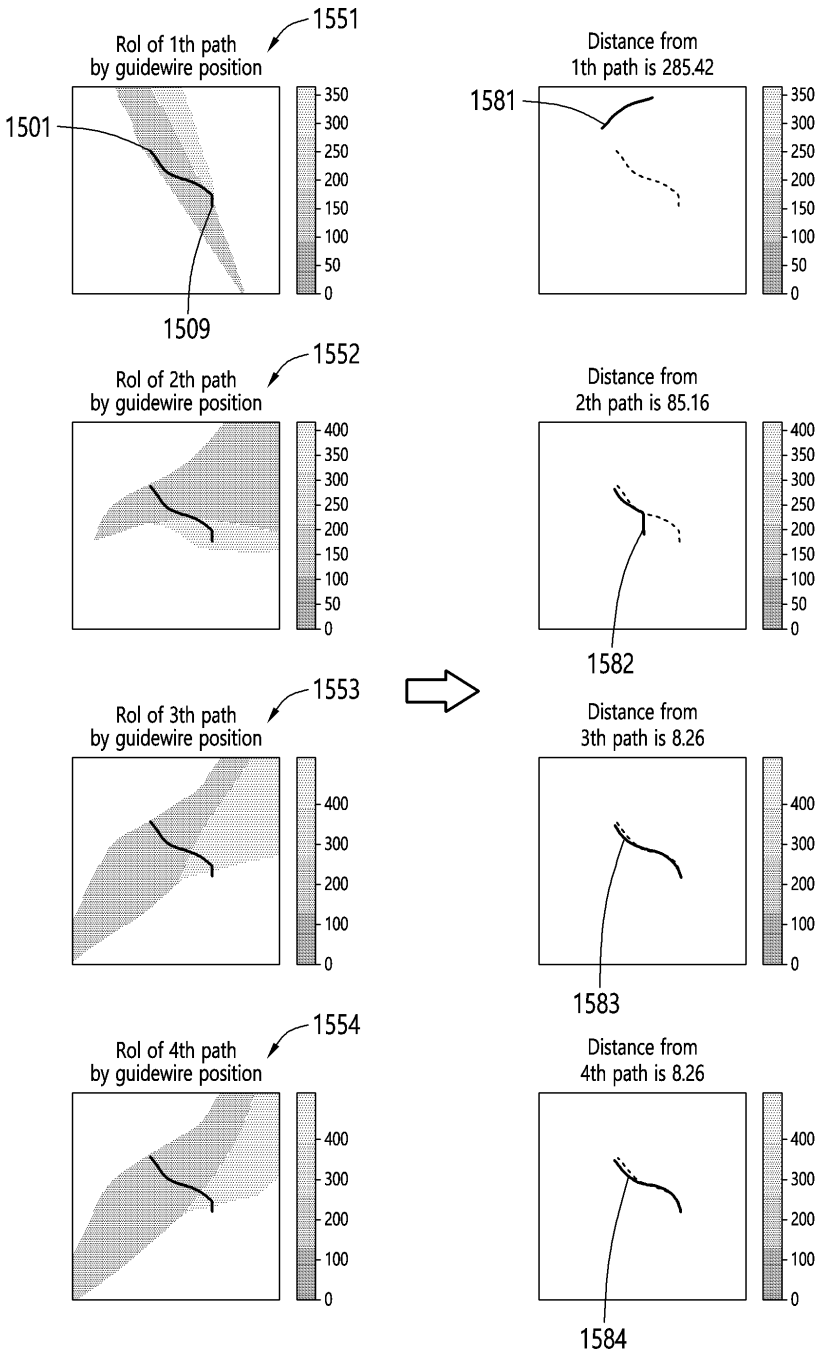
도면13


From 220
230
1331
보정된 가이드와이어 정보 및 산출된
위치 이동 예측 필드에 기초하여, 분지 경로 별 가이드와이어
후보 영역을 추출
1332
분지 경로 별 가이드와이어 후보 영역 및
가이드와이어 정보 간의 비교에 기초하여, 하나 이상의 분지 경로 중
한 분지 경로를 선택
240
1341
선택된 분지 경로의 중심선에 가이드와이어 정보를 피팅하고,
피팅된 가이드와이어 정보를 분지 경로 상에 오버레이
종료

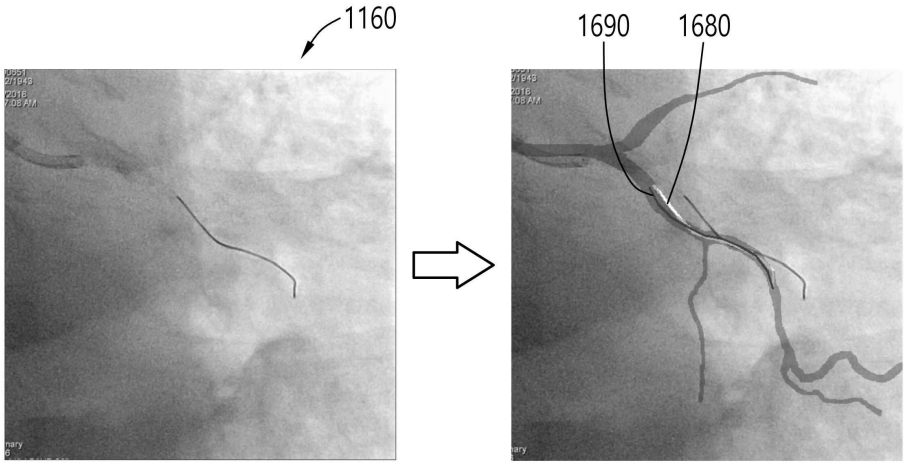
도면14


Guidewire on 1th path
951
500
400
300
200
100
0
Guidewire on 2th path
952
600
500
400
300
200
100
0
1273
Guidewire on 3th path
953
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Guidewire on 4th path
954
800
700
600
500
400
300
200
100
0

도면15


1551
RoI of 1th path
by guidewire position
1501
1509
350
300
250
200
150
100
50
0
Distance from
1th path is 285.42
1581
1552
RoI of 2th path
by guidewire position
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Distance from
2th path is 85.16
1582
1553
RoI of 3th path
by guidewire position
400
300
200
100
0
Distance from
3th path is 8.26
1583
1554
RoI of 4th path
by guidewire position
Distance from
4th path is 8.26
1584

도면16



도면17

