



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0101642
(43) 공개일자 2021년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 34/10 (2016.01) A61B 34/20 (2016.01)
A61B 34/30 (2016.01) A61M 25/01 (2006.01)
G06N 20/00 (2019.01) G09B 23/30 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 34/10 (2016.02)
A61B 34/20 (2016.02)

(21) 출원번호 10-2020-0015859

(22) 출원일자 2020년02월10일

심사청구일자 2020년02월10일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

주식회사 메디픽셀

서울특별시 마포구 양화로 61,7층 (서교동, 두암빌딩)

재단법인 아산사회복지재단

서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)

(72) 발명자

권지훈

경기도 화성시 수노을1로 107, 203동 2001호 (새솔동, 송산신도시 대방노블랜드 리버스위트 2차)

김영학

서울특별시 강남구 남부순환로 2914, 3동 1102호 (대치동, 개포1차우성아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 무한

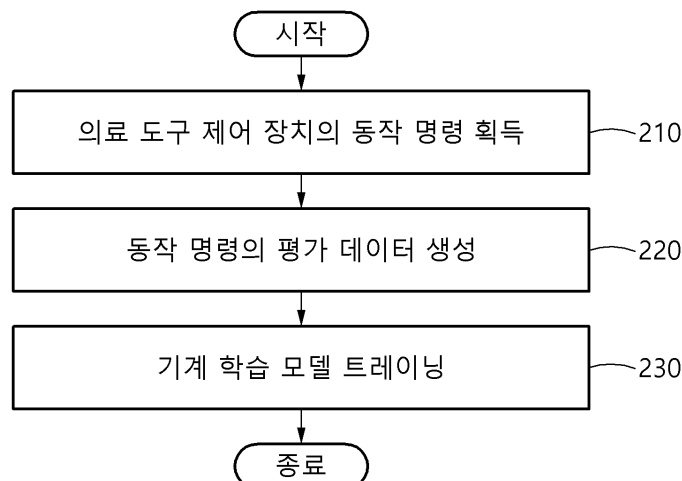
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 의료 도구 제어 장치의 동작을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법 및 장치

(57) 요약

프로세서에 의해 수행되는, 의료 도구 제어 장치의 동작을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법에 있어서, 혈관 영상을 이용하여 생성된 가이드 데이터(guide data)로부터 상기 기계 학습 모델에 기초하여 상기 의료 도구 제어 장치의 의료도구를 이동시키기 위한 동작 명령을 획득하는 단계, 혈관 영상에서 상기 동작 명령에 따른 상기 의료도구 선단부의 이동된 위치에 대한 평가 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 평가 데이터를 이용하여 상기 기계 학습 모델의 파라미터를 업데이트함으로써 상기 기계 학습 모델을 트레이닝하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 34/30 (2016.02)
A61M 25/0113 (2013.01)
G06N 20/00 (2021.08)
G09B 23/303 (2013.01)
A61B 2034/102 (2016.02)
A61B 2034/105 (2016.02)
A61B 2034/107 (2016.02)
A61B 2034/2065 (2016.02)
A61M 2025/0166 (2013.01)

송교석

서울특별시 강남구 압구정로 401, 52동 1306호 (압구정동, 한양아파트)

(72) 발명자

김경환

서울특별시 은평구 은평로21가길 22, 102호 (녹번동)

이채혁

경기도 용인시 수지구 손곡로 67, 303동 401호 (동천동, 수진마을 우미 이노스빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20001638
부처명	산업통상자원부-과학기술정보통신부-보건복지부-식약처
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	인공지능바이오로봇의료융합사업
연구과제명	심혈관 빅데이터 기반 심장중재시술 보조 인공지능 및 반자율 시술도구 제어 로봇
시스템 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울아산병원
연구기간	2018.05.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 수행되는, 의료 도구 제어 장치의 동작을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법에 있어서,

혈관 영상을 이용하여 생성된 가이드 데이터(guide data)로부터 상기 기계 학습 모델에 기초하여 상기 의료 도구 제어 장치의 의료도구를 이동시키기 위한 동작 명령을 획득하는 단계;

혈관 영상에서 상기 동작 명령에 따른 의료도구 선단부의 이동된 위치에 대한 평가 데이터를 생성하는 단계; 및
상기 평가 데이터를 이용하여 상기 기계 학습 모델의 파라미터를 변경함으로써 상기 기계 학습 모델을 업데이트하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 평가 데이터를 생성하는 단계는,

상기 혈관 영상에서 상기 의료도구 선단부의 상기 이동된 위치를 상기 가이드 데이터를 기준으로 평가함으로써 산출된 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 가이드 데이터는,

상기 혈관 영상의 적어도 일부 영역에 대응하는 패치 영상에서 중간 목표 영역(middle target area), 접근 제한 영역(penalty area), 및 목적 영역(destination area) 중 적어도 하나와 함께 상기 의료도구 선단부의 위치에 관한 정보를 포함하고,

상기 평가 데이터를 생성하는 단계는,

상기 의료도구 선단부가 상기 혈관 영상에서 목적 영역 및 중간 목표 영역 중 하나에 도달한 경우에 응답하여, 제1 그룹 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 그룹 보상값을 적용하는 단계는,

상기 목적 영역에 도달한 경우에 응답하여 제1 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계; 및

상기 중간 목표 영역에 도달한 경우에 응답하여, 상기 제1 보상값과 구별되는 제2 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 평가 데이터를 생성하는 단계는,

상기 의료도구 선단부가 접근 제한 영역에 도달한 경우 및 상기 의료도구 선단부가 중간 목표 영역, 목적 영역, 또는 접근 제한 영역 사이 구간 내로 이동된 경우에 응답하여, 제2 그룹 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 그룹 보상값을 적용하는 단계는,

상기 접근 제한 영역에 도달한 경우에 응답하여, 제3 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계; 및

상기 영역들 사이 구간 내로 이동된 경우에 응답하여, 상기 제3 보상값과 구별되는 제4 보상값을 적용하는 단계를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 기계 학습 모델을 트레이닝하는 단계는,

현재 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상으로부터 상기 기계 학습 모델을 이용하여 출력된 동작 명령과 연관된 추정 평가 값(estimated evaluation value)을 산출하는 단계;

상기 현재 시간 프레임에서 출력된 동작 명령에 따라 상기 의료도구 선단부가 이동한 다음 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상으로부터 측정 평가 값(measured evaluation value)을 산출하는 단계; 및

상기 추정 평가 값 및 상기 목적 평가 값을 이용하여 상기 기계 학습 모델을 업데이트할 파라미터를 결정하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝 하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 획득하는 단계는,

상기 기계 학습 모델을 이용하여 상기 의료 도구 제어 장치가 수행할 수 있는 후보 동작 명령들의 각각에 대하여 목적 영역에 도달할 기대값을 산출하는 단계; 및

상기 기계 학습 모델을 이용하여 상기 후보 동작 명령들 중 기대값이 가장 큰 동작 명령을 출력하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 혈관 영상으로부터 혈관 구조를 획득하는 단계;

상기 혈관 구조 및 목적 영역에 기초하여 중간 목표 영역 및 접근 제한 영역을 설정하는 단계;

상기 목적 영역, 상기 중간 목표 영역, 및 접근 제한 영역이 설정된 전체 가이드 영상을 획득하는 단계;

상기 전체 가이드 영상으로부터 상기 의료도구 선단부 위치에 기초하여 부분 가이드 정보를 추출하는 단계;

상기 부분 가이드 정보로부터 상기 기계 학습 모델에 기초하여 상기 동작 명령을 결정하는 단계

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 방법을 수행하기 위한 명령어들을 포함하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 11

혈관 영상을 이용하여 생성된 가이드 데이터(guide data)로부터 의료 도구 제어 장치의 동작을 결정하기 위한 기계 학습 모델에 기초하여 상기 의료 도구 제어 장치의 의료도구를 이동시키기 위한 동작 명령을 획득하고, 혈관 영상에서 상기 동작 명령에 따른 의료도구 선단부의 이동된 위치에 대한 평가 데이터를 생성하며, 상기 평가 데이터를 이용하여 상기 기계 학습 모델의 파라미터를 변경함으로써 상기 기계 학습 모델을 업데이트하는 프로세서; 및

상기 가이드 데이터, 상기 동작 명령, 상기 평가 데이터, 상기 기계 학습 모델 중 적어도 하나를 저장하는 메모리

를 포함하는 기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 혈관 영상에서 상기 의료도구 선단부의 상기 이동된 위치를 상기 가이드 데이터를 기준으로 평가함으로써 산출된 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 가이드 데이터는,

상기 혈관 영상의 적어도 일부 영역에 대응하는 패치 영상에서 중간 목표 영역(middle target area), 접근 제한 영역(penalty area), 및 목적 영역(destination area) 중 적어도 하나와 함께 상기 의료도구 선단부의 위치에 관한 정보를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 의료도구 선단부가 상기 혈관 영상에서 목적 영역 및 중간 목표 영역 중 하나에 도달한 경우에 응답하여, 제1 그룹 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 목적 영역에 도달한 경우에 응답하여 제1 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하고, 상기 중간 목표 영역에 도달한 경우에 응답하여, 상기 제1 보상값과 구별되는 제2 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 의료도구 선단부가 접근 제한 영역에 도달한 경우 및 상기 의료도구 선단부가 중간 목표 영역, 목적 영역, 또는 접근 제한 영역 사이 구간 내로 이동된 경우에 응답하여, 제2 그룹 보상값을 적용하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 접근 제한 영역에 도달한 경우에 응답하여, 제3 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하고, 상기 영역들 사이 구간 내로 이동된 경우에 응답하여, 상기 제3 보상값과 구별되는 제4 보상값을 적용하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

현재 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상으로부터 상기 기계 학습 모델을 이용하여 출력된 동작 명령과 연관된 추정 평가 값(estimated evaluation value)을 산출하고, 상기 현재 시간 프레임에서 출력된 동작 명령에 따른 이동 결과를 다음 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상으로부터 측정 평가 값(measured evaluation value)을 산출하며, 상기 추정 평가 값 및 상기 목적 평가 값을 이용하여 상기 평가 데이터를 결정하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 기계 학습 모델을 이용하여 상기 의료 도구 제어 장치가 수행할 수 있는 후보 동작 명령들의 각각에 대하

여 목적 영역에 도달할 기대값을 산출하고, 상기 기계 학습 모델을 이용하여 상기 후보 동작 명령들 중 기대값이 가장 큰 동작 명령을 출력하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 혈관 영상으로부터 혈관 구조를 획득하고, 상기 혈관 구조 및 목적 영역에 기초하여 중간 목표 영역 및 접근 제한 영역을 설정하며, 상기 목적 영역, 상기 중간 목표 영역, 및 접근 제한 영역이 설정된 전체 가이드 영상을 획득하고, 상기 전체 가이드 영상으로부터 상기 의료도구 선단부의 말단 위치에 기초하여 부분 가이드 정보를 추출하며, 상기 부분 가이드 정보로부터 상기 기계 학습 모델에 기초하여 상기 동작 명령을 결정하는

기계 학습 모델을 트레이닝하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하, 의료 도구 제어 장치의 동작을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법 및 장치에 관한 기술이 제공된다.

배경 기술

[0002] 심혈관, 뇌혈관, 말초혈관을 치료할 때 가이드와이어 및 카테터를 이용하여 스텐트 등을 삽입하는 중재 기술이 널리 보급되어 있다. 가이드와이어란 카테터를 통하여 혈관 내에 스텐트 등을 이송하는 경로를 설정하기 위한 도구로서, 가이드와이어를 질환이 있는 혈관의 말단까지 이송시키기 위해서 혈관 조영술(angiography)등 의료영상 기반의 시각 정보와 미세한 손의 감각에 기반한 촉각 정보등을 활용된다.

[0003] 최근 방사선 노출 등 수술자의 신체적 부담을 경감하고 수술도구의 정밀한 제어를 위하여 원격로봇 등이 개발되고 있다. 시술로봇은 FDA를 통과하여 상용화가 진행되고 있으나, 간단한 시술 동작을 하기 위해서 새로운 도구에 적응하기 위한 학습이 필요한 실정이다. 가이드와이어를 뒤로 움직이거나 일정한 각도로 회전하는 등 해당 동작을 직접 하지 않더라도 로봇이 대신하는 기능이 더해지고 있으나, 시술에서 차지하는 비중은 적다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록공보 제2017-0049172호(공개일: 2017년 05월 10일)

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시예에 따른 프로세서에 의해 수행되는, 의료 도구 제어 장치의 동작을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법에 있어서, 혈관 영상을 이용하여 생성된 가이드 데이터(guide data)로부터 상기 기계 학습 모델에 기초하여 상기 의료 도구 제어 장치의 의료도구를 이동시키기 위한 동작 명령을 획득하는 단계, 혈관 영상에서 상기 동작 명령에 따른 상기 의료도구 선단부의 이동된 위치에 대한 평가 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 평가 데이터를 이용하여 상기 기계 학습 모델의 파라미터를 업데이트함으로써 상기 기계 학습 모델을 트레이

닝하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0006] 일측에 따르면, 상기 평가 데이터를 생성하는 단계는 상기 혈관 영상에서 상기 의료도구 선단부의 상기 이동된 위치 및 상기 가이드 데이터 간의 비교 결과에 따라 산출된 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0007] 또한, 상기 가이드 데이터는 상기 혈관 영상의 적어도 일부 영역에 대응하는 패치 영상에서 중간 목표 영역(middle target point), 접근 제한 영역(access restriction point), 및 목적 영역(destination point) 중 적어도 하나와 함께 상기 의료도구 선단부의 위치에 관한 정보를 포함하고, 상기 평가 데이터를 생성하는 단계는 상기 의료도구 선단부가 상기 혈관 영상에서 목적 영역 및 중간 목표 영역 중 하나에 도달한 경우에 응답하여, 제1 그룹 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 제1 그룹 보상값을 적용하는 단계는 상기 목적 영역에 도달한 경우에 응답하여 제1 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계, 및 상기 중간 목표 영역에 도달한 경우에 응답하여, 상기 제1 보상값보다 작은 제2 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 평가 데이터를 생성하는 단계는 상기 의료도구 선단부가 접근 제한 영역에 도달한 경우 및 상기 의료도구 선단부가 영역 사이 구간 내로 이동된 경우에 응답하여, 제2 그룹 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 제2 그룹 보상값을 적용하는 단계는 상기 접근 제한 영역에 도달한 경우에 응답하여, 제3 보상값을 상기 평가 데이터에 적용하는 단계, 및 상기 영역들 사이 구간 내로 이동된 경우에 응답하여, 상기 제1 보상값보다 절대값이 작은 제4 보상값을 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 일실시예에 따른 상기 기계 학습 모델을 트레이닝하는 단계는 현재 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상으로부터 상기 기계 학습 모델을 이용하여 출력된 동작 명령과 연관된 추정 평가 값(estimated evaluation value)을 산출하는 단계, 상기 현재 시간 프레임에서 출력된 동작 명령에 따라 상기 의료도구가 이동한 다음 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상으로부터 추정 평가 값(target evaluation value)을 산출하는 단계, 및 상기 추정 평가 값 및 상기 목적 평가 값을 이용하여 상기 기계 학습 모델을 업데이트할 파라미터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 일측에 따른 상기 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 획득하는 단계는 상기 기계 학습 모델의 적어도 일부 모델을 이용하여 상기 의료 도구 제어 장치가 수행할 수 있는 후보 동작 명령들의 각각에 대하여 목적 영역에 도달할 기대값을 산출하는 단계, 및 상기 기계 학습 모델의 나머지 모델을 이용하여 상기 후보 동작 명령들 중 기대값이 가장 큰 동작 명령을 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 아울러, 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법은 상기 혈관 영상으로부터 혈관 구조를 산출하는 단계, 상기 혈관 구조 및 목적 영역에 기초하여 중간 목표 영역 및 접근 제한 영역을 설정하는 단계, 상기 목적 영역, 상기 중간 목표 영역, 및 접근 제한 영역이 설정된 전체 가이드 영상을 획득하는 단계, 상기 전체 가이드 영상으로부터 상기 의료도구 선단부의 위치에 기초하여 부분 가이드 정보를 추출하는 단계, 상기 부분 가이드 정보로부터 상기 기계 학습 모델에 기초하여 상기 동작 명령을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 일실시예에 따른 의료 도구 제어 장치의 동작을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법은 인공지능망을 이용하여 의료 도구 제어 장치를 제어하고, 그 결과를 이용하여 의료 도구 제어 장치를 학습시킴으로써 의료 도구 제어 장치의 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0015] 아울러, 일실시예에 따른 기계 학습 모델을 트레이닝하는 방법은 목적 영역, 중간 목표 영역, 및 접근 제한 영역을 생성함으로써 의료 도구 제어 장치의 일련의 동작 명령들에 대해 수치화하여 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 일실시예에 따른 의료 도구 제어 장치의 동작을 도시한 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 기계 학습 모델의 트레이닝 방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 혈관 구조 영상으로부터 가이드 데이터를 생성하는 것을 도시한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 혈관 영상으로부터 혈관 구조 데이터를 생성하는 것을 도시한 도면이다.

도 5는 일실시예에 따른 기계 학습 모델에 기초하여 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정하는 것을 도시한 블록도이다.

도 6은 일실시예에 따라 기계 학습 모델을 트레이닝하는 것을 도시한 블록도이다.

도 7은 일실시예에 따라 현재 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상과 다음 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상을 도시한 도면이다.

도 8은 일실시예에 따른 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 시스템을 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0018] 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.
- [0019] 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.
- [0020] 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.
- [0021] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 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. 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0023] 도 1은 일실시예에 따른 의료 도구 제어 장치의 동작을 도시한 도면이다.
- [0024] 일실시예에 따른 의료 도구 제어 장치(110)는 프로세서에 의한 구동 명령에 따라 혈관 목적 영역까지 의료도구(120)를 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 의료 도구 제어 장치(110)는 의료도구(120)의 선단부를 혈관 목적 영역까지 이동시킬 수 있다. 의료 도구 제어 장치(110)는 수술을 수행하기 위한 로봇으로 구현될 수 있으며, 예를 들어, 심혈관중재술을 위한 의료 도구를 제어하는 로봇일 수 있다.
- [0025] 의료도구(120)는 혈관에 삽입되는 부재(member)로서, 의료도구(120)의 선단부에 배치되는 의료 도구(medical tool) 및 의료 도구를 구동부에 연결하는 의료용 와이어(medical wire)를 포함할 수 있다. 의료용 와이어는 예를 들어, 카테터(catheter) 또는 가이드와이어를 포함할 수 있다. 가이드와이어는 상술한 의료 도구를 혈관의 목적부위까지 삽입 및 가이드하기 위해 이용되는 의료용 와이어를 나타낼 수 있다. 의료 도구는 의사의 제어에 따라 작동되는 수술용 도구일 수 있고, 예를 들어, 인트로듀서 키트(introducer kit)일 수 있다.
- [0026] 의료 도구 제어 장치(110)는 혈관 영상을 이용하여 상술한 구동 명령을 결정할 수 있다. 예를 들어, 의료 도구 제어 장치(110)는, 기계 학습 모델에 따른 연산을 수행함으로써, 혈관 영상으로부터 구동 명령을 출력할 수 있다. 기계 학습 모델은 혈관 영상을 입력 받고 가이드 데이터를 출력하도록 설계 및 트레이닝된 모델로서, 예를 들어, 뉴럴 네트워크 모델로 구현될 수 있다. 다만, 기계 학습 모델의 입력을 혈관 영상으로 한정하는 것은 아니고, 혈관 구조 영상 및 가이드 데이터일 수도 있다. 가이드 데이터는 혈관 영상 또는 혈관 구조 영상에 가이드 정보가 매핑된 데이터를 나타낼 수 있다. 혈관 구조 영상은 혈관 영상으로부터 특정 혈관이 추출된 영상으로

로서, 혈관 영상이 전처리된 영상일 수 있다. 혈관 구조 영상은 하기 도 3에서 설명한다. 혈관 영상은 혈관조영술(coronary angiography, 이하 CAG) 또는 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, 이하 MRI)를 이용하여 생성된 영상일 수 있다. 혈관 영상에서는 혈관뿐만 아니라 의료도구(120)도 촬영될 수 있다.

[0027] 가이드 정보는 의료도구(120)의 이동 및 회전을 가이드하기 위한 정보로서, 예를 들어, 혈관 내에서 의료도구(120)가 출발해야하는 영역, 경유해야하는 영역, 및 목적 영역에 관한 정보를 포함할 수 있다. 각 영역에 관한 정보는 해당 영역의 혈관 구조 영상 내 영상 좌표를 포함할 수 있으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 일 실시예에 따르면 혈관 구조 영상에 가이드 정보가 시각적으로 매핑될 수 있다. 예를 들어, 각 목표 영역에 대응하는 그래픽 오브젝트가 혈관 구조 영상에 시각화될 수 있고, 목표 영역이 시각화된 혈관 구조 영상을 가이드 영상이라고 나타낼 수 있다.

[0028] 의료 도구 제어 장치(110)의 프로세서는, 혈관 영상을 분석한 결과에 기초하여, 의료도구(120)의 구동을 결정할 수 있다. 프로세서는 혈관 영상, 혈관 구조 영상, 및 가이드 데이터 중 적어도 하나를 이용하여 구동 명령을 결정할 수 있다. 구동 명령은, 의료도구(120)와 연결되어 의료도구(120)를 이동 및 회전시키는 구동부를 동작시키기 위한 명령을 나타낼 수 있다. 구동 명령은 예를 들어, 전진 명령, 후진 명령, 시계 방향 회전 명령, 및 반시계 방향 회전 명령일 수 있으나, 이로 한정하는 것은 아니다.

[0029] 의료 도구 제어 장치(110)는 수신된 혈관 영상을 분석하여 가이드 데이터를 생성하고, 의료 도구 제어 장치(110)는 생성된 가이드 데이터로부터 구동 명령을 결정할 수 있다. 예를 들어, 의료 도구 제어 장치(110)는 가이드 데이터로부터 전진 명령, 후진 명령, 시계 방향 회전 명령, 및 반시계 방향 회전 명령 중 하나를 동작 명령으로 선택할 수 있다. 의료 도구 제어 장치(110)의 구동부는 선택된 동작 명령에 따라 구동할 수 있다. 예를 들어, 구동부는 전진 명령에 응답하여 의료도구(120)를 전진시킬 수 있다. 구동부는 후진 명령에 응답하여 의료도구(120)를 후퇴시킬 수 있다. 구동부는 시계 방향 회전 명령에 응답하여, 가이드와이어의 길이 축을 기준으로 가이드와이어를 시계 방향으로 회전시킬 수 있다. 구동부는 반시계 방향 회전 명령에 응답하여, 가이드와이어의 길이 축을 기준으로 가이드와이어를 반시계 방향으로 회전시킬 수 있다.

[0030] 따라서, 의료 도구 제어 장치(110)는 혈관 영상을 분석함으로써 생성된 가이드 데이터를 이용하여 일련의 동작 명령들을 결정함으로써, 가이드 데이터에 의해 가이드되는 영역으로 의료도구(120)의 선단부를 이동시킬 수 있다. 의료 도구 제어 장치(110)는 가이드 데이터를 이용한 동작 결정을 반복함으로써, 의료도구(120)의 선단부를 최종 목적 영역까지 이동시킬 수 있다. 의료도구(120)의 선단부, 예를 들어, 의료 도구가 목적 영역까지 도달한 후, 의료 도구는 의사의 제어에 따른 수술 동작을 수행할 수 있다.

[0031] 도 1에 따르면, 의료도구(120)가 피시술자의 손목의 혈관을 통해 삽입된 후, 의료 도구 제어 장치(110)는 의료도구(120)를 목표로 하는 혈관으로 가이드 및 이동시킬 수 있다. 그러나, 의료도구(120)는 피시술자의 손목의 혈관을 통해 삽입되는 것에 국한되지 않고, 피시술자의 하지의 혈관을 통해 삽입될 수도 있다.

[0033] 도 2는 일실시예에 따른 기계 학습 모델의 트레이닝 방법을 도시한 흐름도이다.

[0034] 단계(210)에서, 일실시예에 따른 기계 학습 모델을 트레이닝 시키는 프로세서는 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 획득할 수 있다. 프로세서는 혈관 영상을 이용하여 생성된 가이드 데이터로부터 기계 학습 모델에 기초하여 의료 도구 제어 장치의 의료도구를 이동시키기 위한 동작 명령을 획득할 수 있다. 가이드 데이터는 혈관 영상의 적어도 일부 영역에 대응하는 패치 영상에서 중간 목표 영역, 접근 제한 영역, 및 목적 영역 중 적어도 하나와 함께 혈관 영상에서 의료도구 선단부의 위치에 관한 정보를 포함할 수 있다. 가이드 데이터를 생성하는 일실시예는 도 3을 통해 상세히 후술한다.

[0035] 단계(220)에서, 일실시예에 따른 프로세서는 획득된 동작 명령의 평가 데이터를 생성할 수 있다. 평가 데이터는 혈관 영상에서 동작 명령에 따른 의료도구 선단부의 이동된 위치에 대한 평가 데이터일 수 있다. 프로세서는 평가 데이터를 가이드 데이터가 포함된 혈관 영상에서 중간 목표 영역, 접근 제한 영역, 및 목적 영역 중 하나에 도달하였는지 여부에 따라 제1 그룹 보상값 또는 제2 그룹 보상값을 적용함으로써 생성할 수 있다. 즉, 프로세서는 혈관 영상에서 의료도구 선단부의 이동된 위치 및 가이드 데이터 간의 비교 결과에 따라 산출된 보상값을 적용함으로써 평가 데이터를 생성할 수 있다. 보상값은 위치, 시간, 및 제어 명령의 수 등에 기초하여 서로 다른 값으로 설정될 수 있다.

[0036] 단계(230)에서, 일실시예에 따른 프로세서는 평가 데이터를 이용하여 기계 학습 모델의 파라미터를 업데이트함

으로써 기계 학습 모델을 트레이닝 시킬 수 있다.

- [0038] 도 3은 일실시예에 따른 혈관 구조 영상으로부터 가이드 데이터를 생성하는 것을 도시한 도면이다.
- [0039] 일실시예에 따르면, 프로세서는 혈관 영상(310)으로부터 혈관 구조 영상을 획득하고, 혈관 구조 영상의 혈관 분지 영역 정보에 기초하여 가이드 데이터를 생성할 수 있다. 그러나, 이에 국한되지 않고, 프로세서는 가이드 정보가 혈관 구조 영상에 생성된 전체 가이드 영상(320)을 입력 받을 수도 있다. 가이드 정보는 의료 도구 제어 장치가 의료도구 선단부를 가이드 및 이동시켜야 할 목적 영역(322), 시작 영역(321)으로부터 목적 영역(322)까지의 경로 중의 중간 목표 영역(331), 및 의료도구 선단부의 가이드가 배치되어야 하는 영역인 접근 제한 영역(332)을 포함할 수 있다.
- [0040] 혈관 구조 영상은 혈관 영상(310)으로부터 식별된 혈관 및 혈관의 구조, 연결관계가 표시된 영상일 수 있다. 일실시예에 따른 프로세서는 혈관 영상(310)으로부터 경계 검출(edge detecting) 방법을 이용하여 혈관 영역과 배경 영역을 구분함으로써 혈관 구조 영상을 생성할 수 있다. 예시적으로, 경계 검출 방법은 임의의 픽셀과 주변 픽셀의 그레이스케일 레벨이 급격하게 변하는 영역을 경계로 검출하는 것일 수 있으나, 이에 국한되지 않고, 혈관 영역과 배경 영역 간의 경계를 검출하는 다른 방법일 수도 있다.
- [0041] 일실시예에 따른 프로세서는, 혈관 영역과 배경 영역이 구분된 영상으로부터, 혈관 영역 중 혈관 굵기 및 영상에서의 그레이스케일 레벨에 기초하여 대상 혈관을 추출할 수 있다. 예시적으로, 대상 혈관으로서 심혈관을 추출하고자 하는 경우, 혈관 영상(310)에는 심혈관뿐만 아니라 심혈관 외의 혈관도 포함될 수 있다. 혈관 조영술을 이용하는 경우, 조형제가 주입된 혈관은 조형제가 주입되지 않은 혈관보다 그레이스케일 레벨이 더 낮을 수 있고, 의료도구가 이동 가능한 혈관은 그렇지 않은 혈관에 비해 혈관 굵기가 더 두꺼울 수 있다. 따라서, 예시적으로 프로세서는 심혈관을 추출하기 위해 혈관 영역 중 혈관 굵기가 임계 굵기보다 두껍고 그레이스케일 레벨이 임계 그레이스케일 레벨보다 낮은 혈관을 심혈관으로 결정할 수 있다. 그러나 이에 국한되지 않고, 프로세서는 추출하고자 하는 혈관 영역을 트레이닝된 기계 학습 모델을 이용하여 구분할 수 있다.
- [0042] 일실시예에 따르면, 프로세서는 가이드 정보가 혈관 구조 영상에 생성된 전체 가이드 영상(320)으로부터 의료도구 선단부의 위치에 기초하여 부분 가이드 정보(330)를 추출할 수 있다. 프로세서는 부분 가이드 정보(330)에 포함된 가이드 정보에 기초하여 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정할 수 있다. 즉, 프로세서는 의료도구 선단부의 위치(333) 및 의료도구 선단부 주변에서 의료도구 선단부가 가이드 되어야 할 중간 목표 영역(331) 및 목적 영역(322)의 위치에 집중된 부분 혈관 정보(330)에 기초하여 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정할 수 있다. 프로세서는 의료 도구 제어 장치의 구동부가 한번의 동작 명령을 수행함으로써 의료도구를 이동시킬 때마다 새로운 부분 혈관 정보를 추출할 수 있다. 프로세서는 현재 시간 프레임에 대응하는 부분 혈관 정보와 한번의 동작 명령이 수행된 다음 시간 프레임에 대응하는 새로운 부분 혈관 정보를 비교할 수 있고, 비교 결과에 기초하여 기계 학습 모델의 파라미터를 업데이트할 수 있다.
- [0044] 도 4는 일실시예에 따른 혈관 영상으로부터 혈관 구조 데이터를 생성함으로써 가이드 데이터를 생성하는 것을 도시한 도면이다.
- [0045] 일실시예에 따른 프로세서는 혈관 영상으로부터 혈관 구조 데이터를 생성하고, 혈관 구조 데이터에 기초하여 가이드 데이터를 생성할 수 있다. 프로세서는 혈관 영상(410)으로부터 혈관 영역을 추출할 수 있고, 혈관 영역에서 혈관 분기가 시작되는 위치를 혈관 분지 영역으로 인식할 수 있다. 도 4에 도시된 혈관 간소화 영상(vascular simplified image)(420)에서, 인식된 혈관은 실선으로, 혈관 분지 영역으로 식별된 위치 및 혈관의 말단 영역은 노드로 도시된다.
- [0046] 프로세서는 혈관 간소화 영상(420)으로부터 식별된 분지 영역 및 분기된 혈관의 연결정보에 기초하여 혈관 구조 데이터(430)를 생성할 수 있다. 일실시예에 따르면, 프로세서는 분지 영역을 지시하는 노드(node) 데이터 및 분기된 혈관을 지시하는 엣지(edge) 데이터를 생성할 수 있다. 분기된 혈관은 서로 다른 두개의 분지 영역과 연결되어 있으므로, 프로세서는 하나의 엣지 데이터에 두개의 노드 데이터를 연결시킬 수 있고, 노드 데이터는 분기되는 혈관의 개수에 대응하는 엣지 데이터를 매핑할 수 있다. 분지 영역 및 분기된 혈관의 연결정보는 분지 영역 및 분기된 혈관간의 연결 관계를 나타내는 정보일 수 있고, 노드 데이터에 매핑된 엣지 데이터와 엣지 데이터의 연결 대상이 되는 노드 데이터를 이용하여 생성될 수 있다. 프로세서는 연결정보에 기초하여 혈관을 데이터 구조화할 수 있는데, 예시적으로 프로세서는 혈관 도입부로부터 가장 인접한 분지 영역을 루트 노드

(root node)로 하여 노드와 엣지가 연결된 트리 구조를 생성할 수 있다. 루트 노드는 최상위 분지 영역에 해당하는 노드일 수 있으나, 시작 영역에 해당하는 노드일 수 있다.

[0047] 이후, 프로세서는 혈관 구조 데이터(430)에 기초하여 시작 영역에 대응하는 루트 노드로부터 목적 영역에 대응하는 노드까지의 경로를 검색할 수 있고, 경로 상의 노드들이 혈관 영상에 대응하는 영역들을 중간 목표 영역으로 설정할 수 있다. 프로세서는 혈관 구조 데이터의 모든 노드들 중 중간 목표 영역으로 설정된 노드를 제외한 모든 노드들을 접근 제한 영역으로 설정할 수 있다.

[0049] 일실시예에 따른 기계 학습 모델에 기초하여 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정하고, 결정된 동작 명령에 기초하여 기계 학습 모델을 트레이닝 시키는 프로세서는 하나 이상의 물리적 프로세서로 구성될 수 있다. 즉, 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정하는 것과 기계 학습 모델을 트레이닝 시키는 것은 하나의 하우징으로 구성된 장치에서 구현될 수 있고, 각각의 기능은 하나 이상의 프로세서에서 서로 구별되는 함수로 구현되는 것일 수 있다. 그러나, 이에 국한되지 않고, 동작 명령을 결정하는 것과 기계 학습 모델을 트레이닝 시키는 것은 구별되는 하우징의 프로세서에 의해 구현될 수 있다. 아울러, 동작 명령을 결정하기 위한 메모리와 기계 학습 모델을 트레이닝 시키는 메모리도 별개의 하우징 장치에 포함될 수 있으나, 하나의 하우징 장치에 포함될 수 있다. 도 5는 동작 명령을 결정하는 것에 관한 프로세서 및 메모리의 동작을 나타내고, 도 6은 기계 학습 모델을 트레이닝 시키는 것에 관한 프로세서 및 메모리의 동작을 나타낼 수 있다.

[0051] 도 5는 일실시예에 따른 기계 학습 모델에 기초하여 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정하는 것을 도시한 블록도이다.

[0052] 일실시예에 따르면, 동작 명령을 결정하는 장치(520)의 프로세서(521)는 현재 시간 프레임의 부분 가이드 정보(510)를 입력 받을 수 있다. 프로세서(521)는 의료도구 선단부의 위치, 중간 목표 영역, 목적 영역, 및 접근 제한 영역의 위치에 기초하여 의료도구 선단부가 중간 목표 영역 또는 목적 영역으로 가이드하기 위한 동작 명령을 결정할 수 있다. 프로세서(521)는 의료 도구 제어 장치(530)로 동작 명령을 전달할 수 있다. 일실시예에 따른 메모리(522)는 현재 시간 프레임의 부분 가이드 정보(510) 및 프로세서(521)에 의해 결정된 현재 시간 프레임에서의 동작 명령을 저장할 수 있다.

[0053] 의료 도구 제어 장치(530)는 의료도구를 파지(grip)한 채로 프로세서(521)로부터 제공된 동작 명령을 수행할 수 있다. 예를 들어, 의료 도구 제어 장치(530)는 도 1에서 상술한 바와 같이, 동작 명령에 따라 구동부를 구동시킴으로써, 의료도구(예를 들어, 가이드와이어 및 의료 도구)를 이동시키거나 회전시킬 수 있다.

[0054] 의료 도구 제어 장치(530)가 동작 명령을 수행한 후, 프로세서(521) 및 메모리(522)는 이동된 의료도구 선단부와 관련된, 다음 시간 프레임의 부분 가이드 정보(550)를 전달 받을 수 있다. 예를 들어, 혈관 촬영 장치(540)는, 현재 시간 프레임에서 의료 도구 제어 장치(530)가 동작 명령을 수행한 후인 다음 시간 프레임에서, 다음 시간 프레임에 대응하는 부분 가이드 정보(550)를 출력할 수 있다. 프로세서(521)는 다음 시간 프레임에 대응하는 부분 가이드 정보(550)에 기초하여 다음 시간 프레임에서의 의료 도구 제어 장치(530)의 동작 명령을 결정할 수 있다. 메모리(522)는 다음 시간 프레임에 대응하는 부분 가이드 정보(550)를 현재 시간 프레임에 대응하는 부분 가이드 정보(510)와 함께 매핑된 하나의 세트에 저장할 수 있다. 본 명세서에서 현재 시간 프레임 및 다음 시간 프레임에 관한 혈관 정보를 주로 부분 가이드 정보(510, 550)로 설명하였으나, 이에 국한되지 않고 현재 시간 프레임 및 다음 시간 프레임에 관한 혈관 영상 또는 전체 가이드 정보일 수도 있다.

[0055] 일실시예에 따르면 프로세서(521)는 기계 학습 모델을 이용하여 동작 명령을 결정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(521)는 기계 학습 모델의 적어도 일부 모델을 이용하여 의료 도구 제어 장치(530)가 수행할 수 있는 후보 동작 명령들의 각각에 대해 목적 영역에 도달할 기대값을 산출할 수 있다. 프로세서(521)는 기계 학습 모델의 나머지 모델을 이용하여 후보 동작 명령들 중 기대값이 가장 큰 동작 명령을 출력할 수 있다. 의료 도구 제어 장치(530)는 기계 학습 모델에 의해 출력된 동작 명령을 수행할 수 있다.

[0056] 다른 일실시예에 따르면 프로세서(521)는 기계 학습 모델을 이용하여 직접 동작 값을 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(521)는 기계 학습 모델을 이용하여 입력 데이터(예를 들어, 부분 가이드 정보)로부터 동작 명령을 출력할 수 있다. 또 다른 일실시예에 따르면, 프로세서(521)는 기계 학습 모델을 이용하여 후보 동작 명령들의 각각에 대한 기대값의 변화율을 계산할 수 있다. 프로세서(521)는 후보 동작 명령들 중 기대값의 변화율이 가장 큰 동작 값을 계산함으로써 동작 명령을 결정할 수 있다. 그러나, 프로세서(521)가 기계 학습 모델을 이용

하여 동작 명령은 결정하는 것은 상술한 바로 국한되지 않고, 혈관 영상으로부터 동작 명령을 결정할 수 있는 모든 기계 학습 모델이 이용될 수 있다.

[0058] 도 6은 일실시예에 따라 부분 가이드 정보를 추출하는 것을 도시한 도면이다.

[0059] 일실시예에 따른 기계 학습 모델(612)을 트레이닝 하는 장치(600)는 프로세서(610) 및 메모리(620)를 포함할 수 있다. 프로세서(610)는 의료 도구 제어 장치가 일련의 동작 명령을 수행한 후, 메모리(620)로부터 제1 시간 프레임의 부분 가이드 정보(621), 제1 시간의 다음 시간인 제2 시간 프레임의 부분 가이드 정보(622), 및 제1 시간에서 의료 도구 제어 장치로 전달하였던 동작 명령 데이터(623)를 입력 받을 수 있다. 예를 들어, 제1 시간 프레임이 t 번째 프레임이면, 제2 시간 프레임은 $t+1$ 번째 프레임일 수 있고, t 는 1이상의 정수일 수 있다. 각 시간 프레임의 시간 단위는 설계에 따라 결정될 수 있다.

[0060] 프로세서(610)의 평가 데이터 산출부(611)는 제2 시간 프레임의 부분 가이드 정보(622)에 기초하여 평가 데이터를 산출할 수 있다. 기계 학습 모델(612)은 제1 시간 프레임의 부분 가이드 정보(621), 제2 시간 프레임의 부분 가이드 정보(622), 제1 시간에서의 동작 명령 데이터(623), 및 평가 데이터를 트레이닝 데이터로 입력 받아 파라미터를 업데이트할 수 있다.

[0061] 일실시예에 따르면, 트레이닝 데이터는 일련의 동작들이 수행된 후, 일련의 동작 명령들 및 각 동작 명령 출력 시 생성된 제1 시간 프레임 및 제2 시간 프레임의 부분 가이드 정보들(621, 622)의 조합일 수 있다. 그러나, 트레이닝 데이터는 이에 국한되지 않고, 각 동작 명령들이 수행될 때마다 생성되는 제1 시간 프레임 및 제2 시간 프레임의 부분 가이드 정보들(621, 622)의 조합들을 포함할 수 있다. 즉, 메모리(620)는 의료 도구 제어 장치가 각 동작 명령을 수행하는 것에 응답하여, 동작 명령 데이터(623), 동작 명령이 수행되기 전 시간 프레임의 부분 가이드 정보(621), 동작 명령이 수행된 후 시간 프레임의 부분 가이드 정보(622)를 하나의 트레이닝 세트 로 저장할 수 있다.

[0062] 일실시예에 따른 프로세서(610)는 의료도구 선단부의 이동된 위치 및 가이드 데이터 간의 비교 결과에 따라 산출된 보상값을 평가 데이터에 적용함으로써 평가 데이터를 보상(compensate)할 수 있다. 가이드 데이터와 의료 도구 선단부의 위치에 따라 보상값을 적용하는 것은 도 7에서 상세히 서술한다.

[0063] 프로세서(610)는 보상값이 적용된 평가 데이터에 기초하여 기계 학습 모델(612)을 업데이트할 수 있다. 프로세서(610)는 동작 명령이 수행되기 전 제1 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상으로부터 동작 명령과 연관된 추정 평가 값을 산출할 수 있고, 제1 시간 프레임에서 출력된 동작 명령에 따라 의료도구 선단부가 이동한 다음 시간 프레임(예를 들어, 제2 시간 프레임)에 대응하는 가이드 영상으로부터 측정 평가 값을 산출할 수 있다. 프로세서(610)는 추정 평가 값과 측정 평가 값을 이용하여 기계 학습 모델(612)을 업데이트할 파라미터를 결정할 수 있다. 일실시예에 따르면, 프로세서(610)는 제1 시간 프레임에서 의료 도구 제어 장치가 기계 학습 모델(612)에 의해 결정된 동작 명령을 수행함으로써 계산된 기대값을 추정 평가 값으로 산출할 수 있다. 또한, 프로세서(610)는 제2 시간 프레임에서 의료 도구 제어 장치가 수행할 수 있는 후보 동작 명령들 각각의 후보 기대값을 계산할 수 있고, 후보 동작 명령들 중 가장 큰 후보 기대값에 평가 데이터를 합산한 값을 측정 평가 값으로 산출할 수 있다. 여기서, 기대값은 의료 도구 제어 장치가 일련의 동작 명령을 수행함으로써 획득할 수 있는 누적 보상 기대값을 의미할 수 있다. 따라서, 추정 평가 값은 의료 도구 제어 장치가 실제 동작 명령을 수행하기 전 누적 보상 기대값을 의미하는 값일 수 있다. 측정 평가 값은 의료 도구 제어 장치가 실제 동작 명령을 수행한 후 시간 프레임에서의 최대 기대값에 실제 동작 명령을 수행함에 따라 획득된 보상값을 적용한 값일 수 있다.

[0064] 프로세서(610)는 측정 평가 값과 추정 평가 값을 이용하여 산출된 손실(loss)에 기초하여 기계 학습 모델(612)을 업데이트할 파라미터를 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(610)는, 손실로서 측정 평가 값과 추정 평가 값 간의 차이가 최소화되도록, 기계 학습 모델(612)의 파라미터를 업데이트할 수 있다. 프로세서(610)는 산출된 손실이 임계 손실 미만이 될 때까지 기계 학습 모델(612)의 파라미터 업데이트를 반복할 수 있다. 다시 말해, 프로세서(610)는 추정 평가 값(예를 들어, 제1 시간 프레임과 제2 시간 프레임 사이에서 추정된 누적 보상 기대값)이 측정 평가 값(예를 들어, 실제 동작 명령을 수행한 후 산출된 최대 기대값에 보상값이 적용된 값)과 동일 또는 유사해지도록 기계 학습 모델(612)을 학습시킬 수 있다.

[0066] 도 7은 일실시예에 따라 현재 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상과 다음 시간 프레임에 대응하는 가이드 영상

을 도시한 도면이다.

- [0067] 일실시예에 따른 프로세서는 혈관 영상에서 의료도구 선단부의 이동된 위치 및 가이드 데이터 간의 비교 결과에 따라 산출된 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다. 프로세서는 제1 시간 프레임의 혈관 영상으로부터 의료도구 선단부가 이동한 후인 제2 시간 프레임의 혈관 영상을 비교함으로써 보상값을 산출할 수 있다.
- [0068] 혈관 영상으로부터 생성된 가이드 데이터는 가이드 정보로서 혈관 영상의 적어도 일부 영역에 대응하는 패치 영상에서 중간 목표 영역, 접근 제한 영역, 및 목적 영역 중 적어도 하나와 함께 의료도구 선단부의 위치에 관한 정보를 포함할 수 있다. 일실시예에 따른 프로세서는 가이드 정보가 시각화된 혈관 패치 영상에서 의료도구 선단부가 이동된 위치에 따라 보상값을 산출할 수 있다.
- [0069] 일실시예에 따른 프로세서는 의료도구 선단부가 혈관 영상에서 목적 영역 및 중간 목표 영역 중 하나에 도달한 경우에 응답하여, 제1 그룹 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다. 제1 그룹 보상값은 가이드 데이터의 종류에 따라 다를 수 있는데, 예시적으로 프로세서는 목적 영역에 의료도구 선단부가 도달한 경우에 중간 목표 영역에 의료도구 선단부가 도달한 경우보다 더 큰 제1 그룹 보상값을 부여할 수 있다. 프로세서는 목적 영역에 도달한 경우에 응답하여 제1 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다. 프로세서는 중간 목표 영역에 도달한 경우에 응답하여, 제1 보상값보다 작은 제2 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다.
- [0070] 또한, 일실시예에 따른 프로세서는 의료도구 선단부가 혈관 영상에서 접근 제한 영역에 도달하거나, 영역 사이 구간 내로 이동된 경우 제2 그룹 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다. 영역 사이 구간 내로 이동된 경우는 의료도구 선단부가 중간 목표 영역, 목적 영역, 접근 제한 영역 중 어느 하나에도 도달하지 못하였지만, 의료도구 제어 장치가 동작 명령을 수행한 경우일 수 있다. 제2 그룹 보상값은 가이드 데이터의 종류에 따라 다를 수 있는데, 예시적으로 프로세서는 접근 제한 영역에 의료도구 선단부가 도달한 경우에 영역들 사이 구간 내로 이동된 경우보다 더 큰 제2 그룹 보상값을 부여할 수 있다. 프로세서는 접근 제한 영역에 도달한 경우에 응답하여, 제3 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다. 프로세서는 영역들 사이 구간 내로 이동된 경우에 응답하여, 제1 보상값보다 절대값이 작은 제4 보상값을 적용할 수 있다.
- [0071] 도 7의 실시예에 따르면, 프로세서는 제1 시간 프레임의 혈관 영상의 일부 영역에 대응하는 패치 영상(710)에서 의료도구 선단부가 제1 중간 목표 영역(711)에 도달한 것을 인지할 수 있다. 이에 따라, 프로세서는 기계 학습 모델에 기초하여 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정할 수 있다. 프로세서의 동작 명령에 따라 의료 도구 제어 장치가 의료도구를 이동시킨 경우, 프로세서는 동작 명령의 종류에 따라 제2 시간 프레임에 제1 패치 영상(720) 또는 제2 패치 영상(730)을 획득할 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 제1 패치 영상(720)은 임의의 동작 명령에 따라 의료도구 선단부가 접근 제한 영역에 도달한 경우에 획득된 영상을 나타낼 수 있다. 프로세서는 제1 패치 영상(720)으로부터 의료도구 선단부가 접근 제한 영역(721)에 도달한 것으로 판단할 수 있다. 프로세서는 의료도구 선단부가 접근 제한 영역(721)에 도달한 것에 응답하여, 접근 제한 영역에 대응하는 제2 그룹 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다.
- [0073] 다른 예를 들어, 제2 패치 영상(730)은 다른 동작 명령에 따라 의료도구 선단부가 제2 중간 목표 영역(731)에 도달한 경우에 획득된 영상을 나타낼 수 있다. 프로세서는 제2 패치 영상(730)으로부터 의료도구 선단부가 제2 중간 목표 영역(731)에 도달한 것으로 판단할 수 있다. 프로세서는 의료도구 선단부가 제2 중간 목표 영역(731)에 도달한 것에 응답하여, 중간 목표 영역에 대응하는 제1 그룹 보상값을 평가 데이터에 적용할 수 있다.
- [0074] 참고로, 설명의 편의를 위하여, 하나의 동작 명령으로 제1 시간 프레임의 패치 영상(710)으로부터 제2 시간 프레임의 제1 패치 영상(720)에서 의료도구 선단부가 접근 제한 영역(721)에 도달하는 것으로 설명하였으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 제1 중간 목표 영역(711) 및 접근 제한 영역(721) 간의 거리에 따라, 의료도구 선단부가 제1 중간 목표 영역(711)으로부터 접근 제한 영역(721)까지 도달하는데 복수의 동작 명령들이 요구될 수도 있다. 유사하게, 하나의 동작 명령으로 제1 시간 프레임의 패치 영상(710)으로부터 제2 시간 프레임의 제2 패치 영상(730)에서 의료도구 선단부가 제2 중간 목표 영역(731)에 도달하는 것으로 설명하였으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 제1 중간 목표 영역(711) 및 제2 중간 목표 영역(731) 간의 거리에 따라, 의료도구 선단부가 제1 중간 목표 영역(711)으로부터 제2 중간 목표 영역(731)까지 도달하는데 복수의 동작 명령들이 요구될 수도 있다. 의료도구 선단부가 한 동작 명령에 따른 동작에 의해 중간 목표 영역까지 도달하지 못하고 영역들 사이의 구간 내에서만 이동된 경우, 앞서 설명한 바와 같이 음의 보상 값이 평가 데이터에 적용될 수 있다.
- [0076] 도 8은 일실시예에 따른 의료 도구 제어 장치의 동작 명령을 결정하기 위한 기계 학습 모델을 트레이닝하는 시

시스템을 도시한 블록도이다.

- [0077] 일실시예에 따른 기계 학습 모델을 트레이닝하는 시스템(800)은 의료 도구 제어 장치(820), 트레이닝 장치(810), 및 혈관 영상 촬영 장치(830)를 포함할 수 있다. 의료 도구 제어 장치(820)는 프로세서(821), 메모리(822), 입출력 인터페이스, 구동부(824), 의료도구(825)를 포함할 수 있고, 트레이닝 장치(810)는 프로세서(811), 메모리(812), 입출력 인터페이스를 포함할 수 있다. 의료 도구 제어 장치(820), 트레이닝 장치(810), 혈관 영상 장치는 각각 구별되는 하우징으로 각 기능을 수행할 수 있지만, 이에 국한되지 않고, 하나의 하우징으로 각 기능을 수행할 수 있다.
- [0078] 일실시예에 따른 트레이닝 장치(810)의 프로세서(811)는 혈관 영상에서의 의료도구(825) 위치에 따라 산출된 평가 데이터를 이용하여 기계 학습 모델을 트레이닝 시킬 수 있다. 기계 학습 모델을 트레이닝 시키는 것은 선술하였으므로, 자세한 설명은 생략한다. 트레이닝 장치(810)의 메모리(812)는 가이드 데이터, 동작 명령, 평가 데이터, 및 기계 학습 모델 중 적어도 하나를 적어도 일시적으로 저장할 수 있고, 프로세서(811)는 메모리(812)에 저장된 데이터를 이용하여 기계 학습 모델을 트레이닝 시킬 수 있다. 트레이닝 장치(810)의 입출력 인터페이스는 의료 도구 제어 장치(820) 및 혈관 영상 촬영 장치(830)와 연결됨으로써 데이터를 송수신할 수 있다.
- [0079] 일실시예에 따른 의료 도구 제어 장치(820)의 프로세서(821)는 트레이닝 장치(810)로부터 수신한 동작 명령에 기초하여 구동부(824)의 동작을 결정할 수 있다. 의료 도구 제어 장치(820)의 메모리(822)는 트레이닝 장치(810) 또는 혈관 영상 촬영 장치(830)로부터 수신한 데이터를 적어도 일시적으로 저장할 수 있고, 프로세서(821)로 데이터를 전달할 수 있다. 의료 도구 제어 장치(820)의 입출력 인터페이스는 트레이닝 장치(810) 및 혈관 영상 촬영 장치(830)와 연결됨으로써 데이터를 송수신할 수 있다. 의료 도구 제어 장치(820)의 구동부(824)는 의료 도구 제어 장치(820)의 프로세서(821)에서 결정된 동작 명령에 따라 모터를 이용하여 의료도구(825)를 가이드할 수 있다.
- [0081] 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, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 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 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0082] 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, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0083] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록

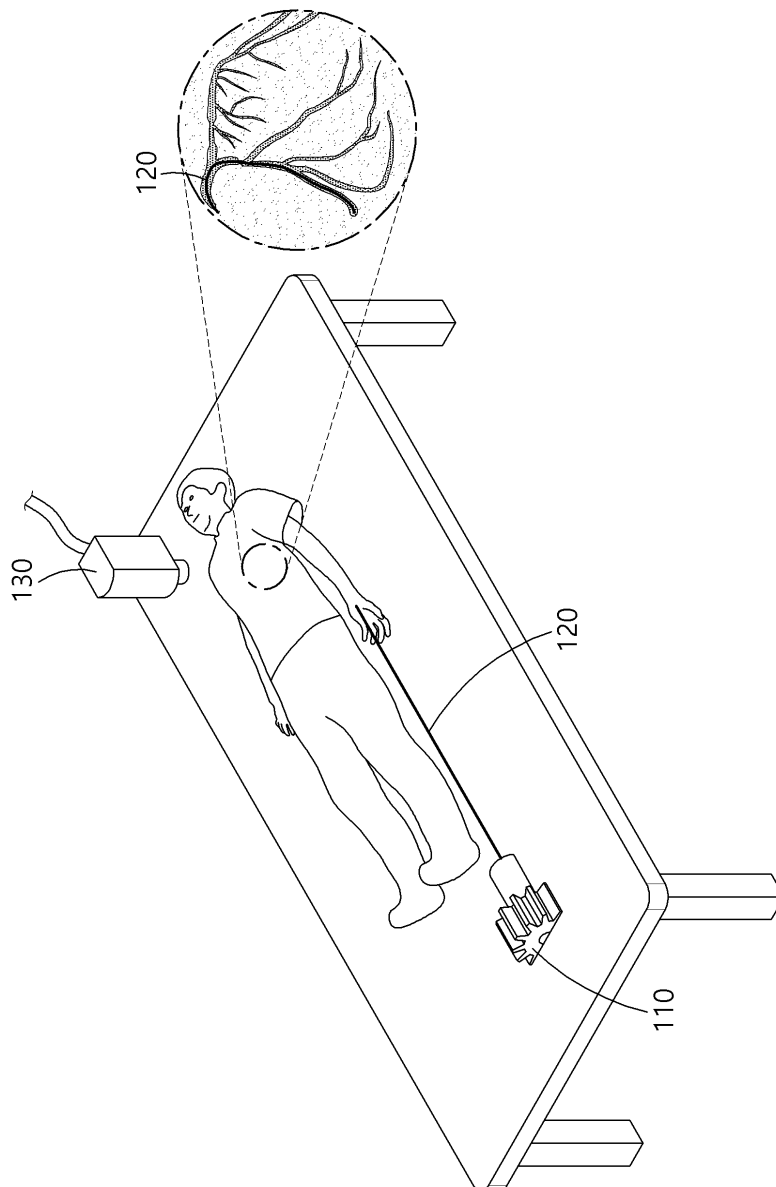
록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0084]

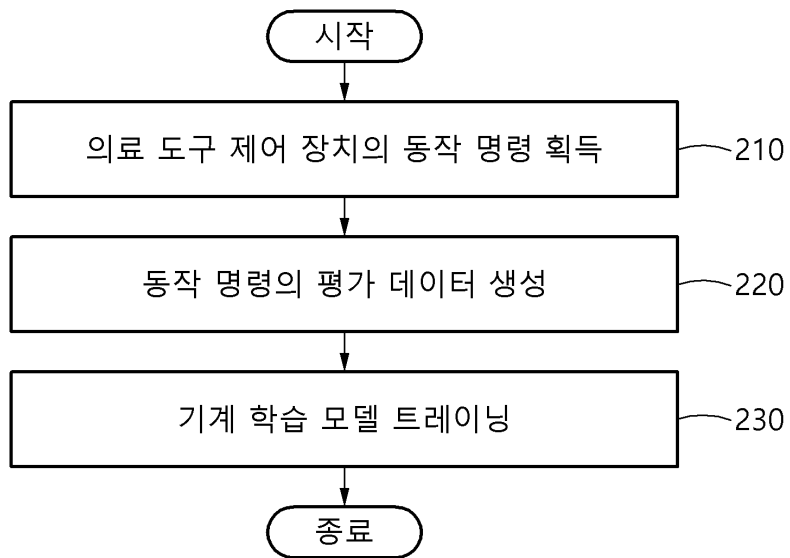
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

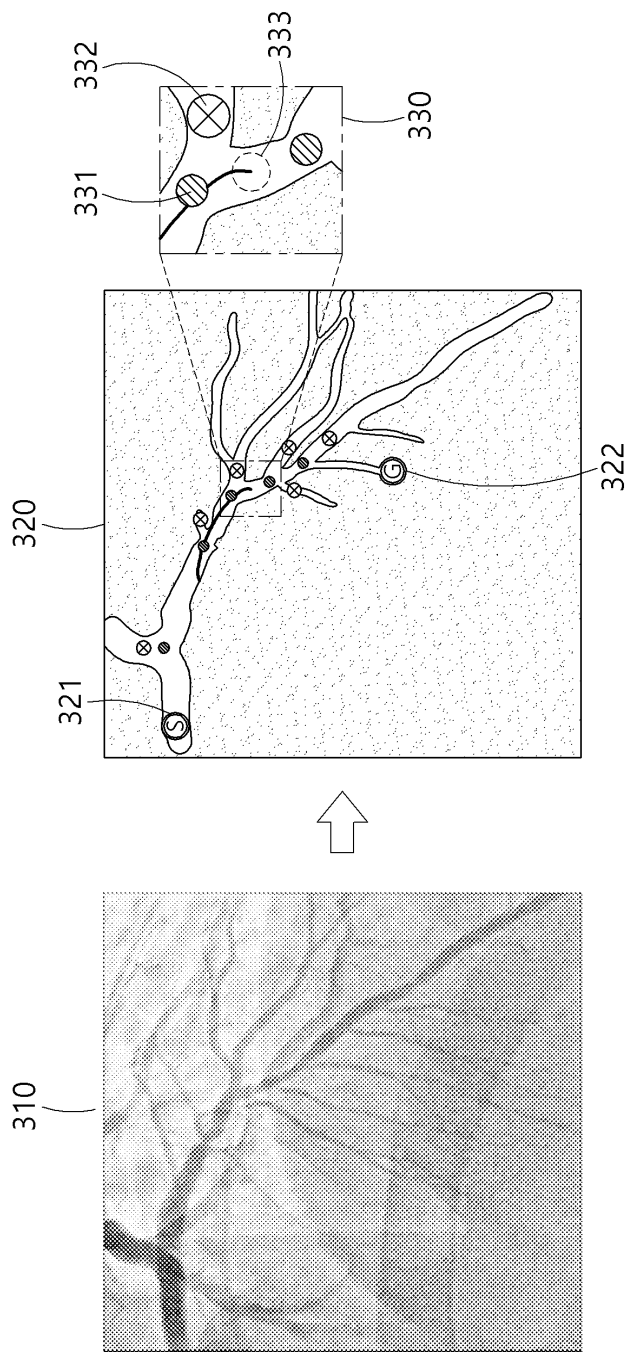
도면1



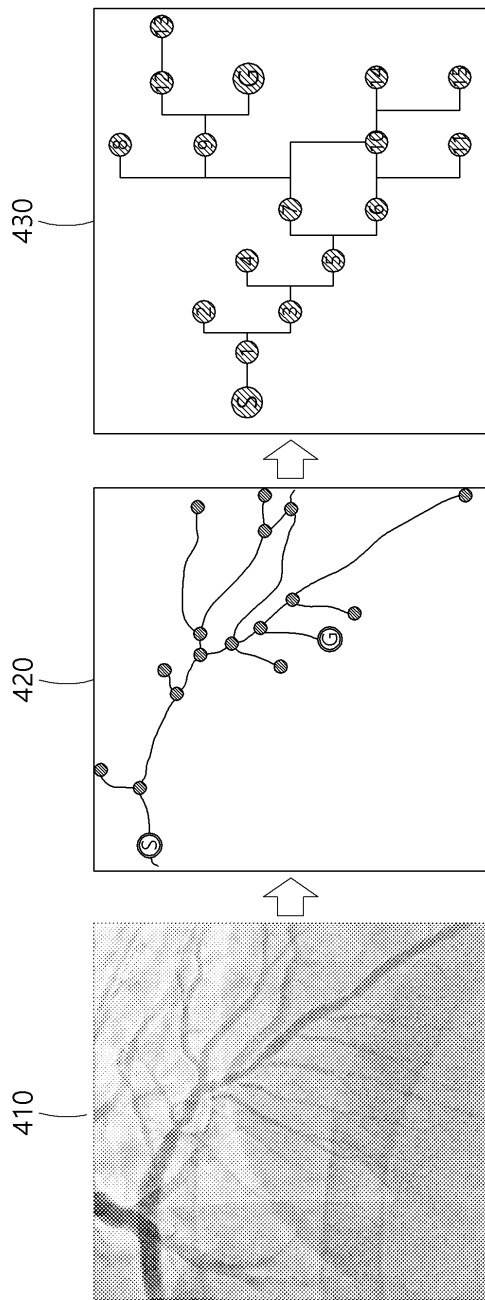
도면2



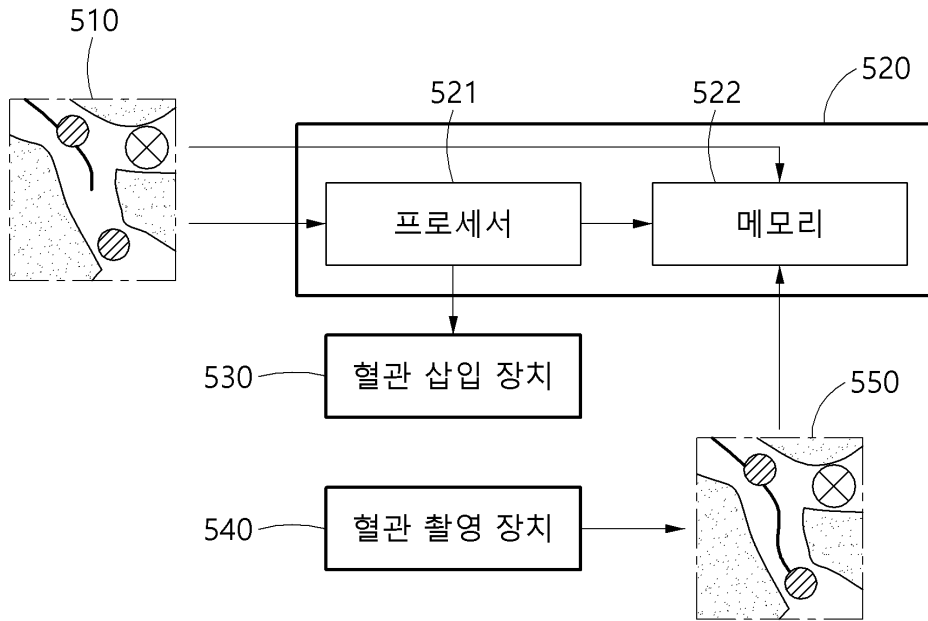
도면3



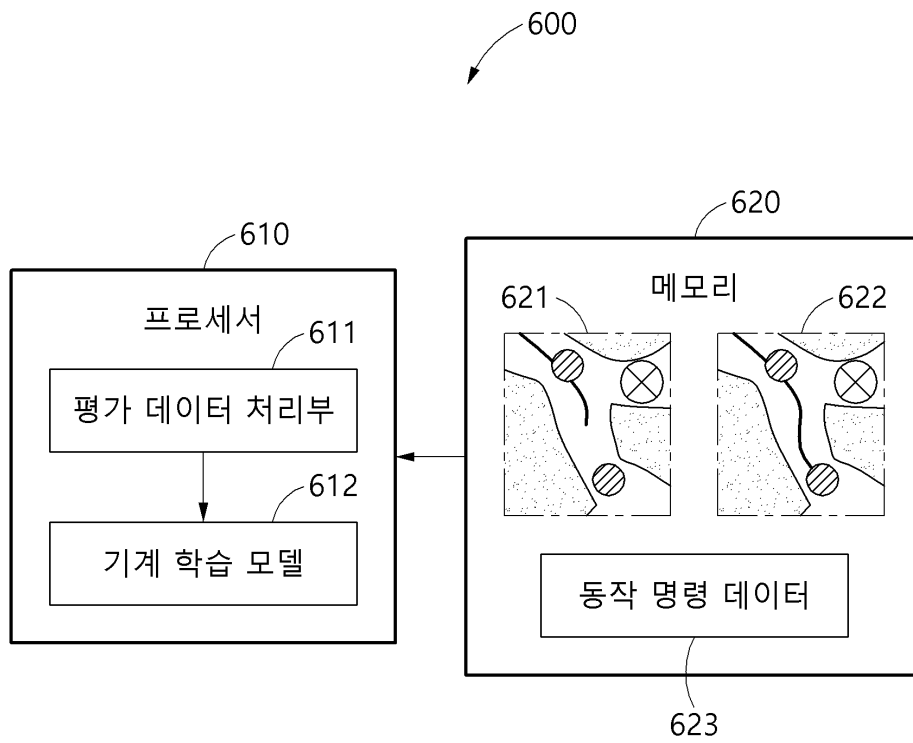
도면4



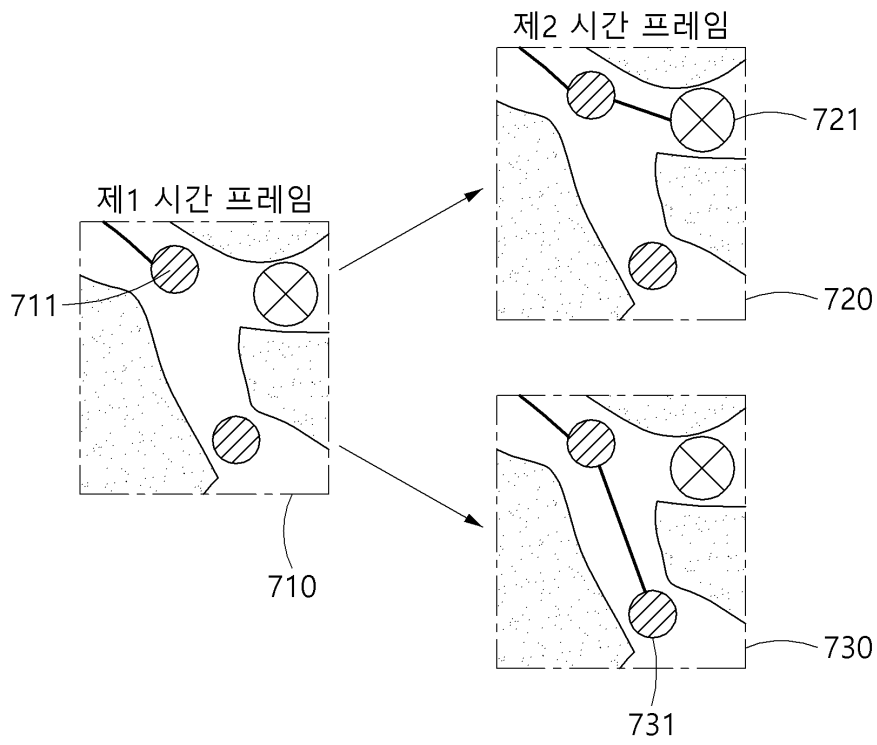
도면5



도면6



도면7



도면8

