(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0013393
(43) 공개일자 2024년01월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 90/20 (2016.01) *A61B 34/10* (2016.01)
A61B 90/00 (2016.01) *G16H 30/40* (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 90/20 (2020.05)
A61B 34/10 (2016.02)
(21) 출원번호 10-2022-0090877
(22) 출원일자 2022년07월22일
심사청구일자 2022년07월22일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
윤승현
인천광역시 부평구 체육관로 27, 713동 1103호 (삼산동, 삼산타운)
(72) 발명자
조용원
서울특별시 강동구 고덕로 360, 332동 1504호 (상일동)
윤승현
인천광역시 부평구 체육관로 27, 713동 1103호 (삼산동, 삼산타운)
(74) 대리인
박기갑

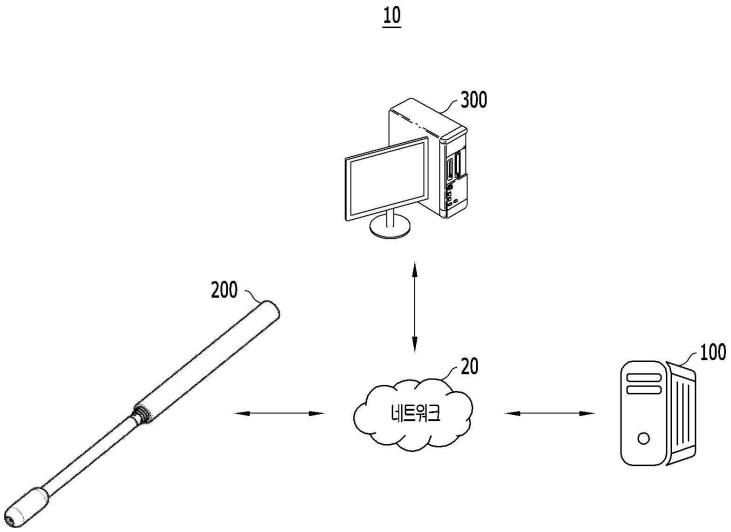
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치 및 방법**

(57) 요 약

공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치 및 방법이 개시되며, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법은, (a) 공초점 현미경 영상을 획득하는 단계 및 (b) 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 상기 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 90/37 (2016.02)
G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
A61B 2034/107 (2016.02)
A61B 2034/108 (2016.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1465037324
과제번호 HR22C1302
부처명 보건복지부
과제관리(전문)기관명 한국보건산업진흥원
연구사업명 한국보건산업진흥원의 보건의료기술연구개발사업
연구과제명 옴니버스 (Omni-verse) 플랫폼 기반 환자 맞춤형 초개인화 디지털 의료 생태계 구축
기 여 율 1/2
과제수행기관명 고려대학교안암병원
연구기간 2022.01.01 ~ 2031.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1465037327
과제번호 HR22C1302
부처명 보건복지부
과제관리(전문)기관명 한국보건산업진흥원
연구사업명 한국보건산업진흥원의 보건의료기술연구개발사업
연구과제명 Smart operation station 기반 초개인화 수술 플랫폼 구현
기 여 율 1/2
과제수행기관명 고려대학교안암병원
연구기간 2022.07.01 ~ 2031.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법에 있어서,

(a) 공초점 현미경 영상을 획득하는 단계; 및

(b) 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 상기 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성하는 단계,

를 포함하는, 병변 정보 획득 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(b1) 상기 분석 모델을 이용하여 상기 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별하는 단계; 및

(b2) 상기 분석 모델을 이용하여 상기 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지하고, 상기 탐지 결과에 기초하여 상기 비정상 영역을 구획하는 단계,

를 포함하는 것인, 병변 정보 획득 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 (b2) 단계는,

상기 병변 영역 및 상기 병변 영역의 주변 영역으로 상기 비정상 영역을 구획하는 것인, 병변 정보 획득 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 병변 영역은 암 조직 영역을 포함하는 것인, 병변 정보 획득 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

(c) 상기 병변 정보에 기초하여 도출되는 상기 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보를 생성하는 단계,

를 더 포함하는 것인, 병변 정보 획득 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 상기 병변 정보를 이용하여 정합하는 단계,

를 포함하는 것인, 병변 정보 획득 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수술 가이드 정보는,

상기 병변 영역에 대응하는 절제선 가이드 정보를 포함하는 것인, 병변 정보 획득 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

대상자의 체내로 삽입된 공초점 현미경 디바이스를 이용하여 상기 공초점 현미경 영상을 획득하는 것인, 병변 정보 획득 방법.

청구항 9

공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치에 있어서,

공초점 현미경 영상을 획득하는 수신부; 및

기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 상기 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성하는 분석부,

를 포함하는, 병변 정보 획득 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 분석부는,

상기 분석 모델을 이용하여 상기 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별하는 탐지부; 및

상기 분석 모델을 이용하여 상기 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지하고, 상기 탐지 결과에 기초하여 상기 비정상 영역을 구획하는 구획부,

를 포함하는 것인, 병변 정보 획득 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 구획부는,

상기 병변 영역 및 상기 병변 영역의 주변 영역으로 상기 비정상 영역을 구획하는 것인, 병변 정보 획득 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 병변 정보에 기초하여 도출되는 상기 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보를 생성하는 가이드부,

를 더 포함하는 것인, 병변 정보 획득 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 가이드부는,

상기 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 상기 병변 정보를 이용하여 정합하고,

상기 수술 가이드 정보는,

상기 병변 영역에 대응하는 절제선 가이드 정보를 포함하는 것인, 병변 정보 획득 장치.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 수신부는,

대상자의 체내로 삽입된 공초점 현미경 디바이스를 이용하여 상기 공초점 현미경 영상을 획득하는 것인, 병변 정보 획득 장치.

청구항 15

공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템에 있어서,

대상자의 체내로 삽입되어 공초점 현미경 영상을 촬영하는 공조첨 현미경 디바이스; 및

상기 공초점 현미경 영상을 수신하고, 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 상기 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성하는 병변 정보 획득 장치,

를 포함하는, 분석 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본원은 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치 및 방법에 관한 것이다. 예를 들면, 본원은 수술 등의 수행 시 대상자의 체내에서 획득되는 공초점 현미경 영상을 활용하여 병변에 대한 분석을 수행하고, 주요 병변 영역에 대한 구획을 처리하는 인공지능 기반의 솔루션에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 수술실에서 시행되는 주요 외과시술, 특히, 암 수술 시에는 병리 조직을 이용한 암의 전이 정도나 암의 병변 분포를 조직학적으로 분석하기 위해 병리 이미지를 주로 활용한다.

[0003] 그러나, 이러한 병리 이미지에 대한 분석을 수행하기 위해서는 특정 조직을 절개 등을 통해 대상자의 체내에서 획득하여야 하고, 획득한 조직을 다시 병리과에 보내어 분석 결과를 받아보아야 하는 번거로움이 있다. 이에 따라, 수술 과정에서 병리 조직에 대한 분석 결과를 획득하기 위해 요구되는 시간적, 비용적 소모가 많이 발생한다.

[0004] 한편, 최근에는 공초점 현미경을 활용하여 전술한 시간적, 비용적 소모를 줄이기 위해 다양한 하드웨어와 소프트웨어 기술이 개발되고 있다.

[0005] 이와 관련하여, 공초점 현미경 (Confocal microscopy)은 초점을 한 곳에서 공유하여 하나의 상을 만들어 내는 현미경으로서, 광원으로는 레이저가 사용되며, 레이저가 다이크로익 미러 (Dichroic mirror)를 비추면서 특정한 파장의 빛만 반사되게 되고 반사된 빛은 대물렌즈(Objective lens)를 통해 시료로 들어가게 된다. 이 때 정확한 초점의 빛만이 시료로부터 반사되어 핀홀의 구멍을 통과하게 되고 핀홀을 거친 빛만이 검출기(Detector)에 모이게 되므로 공간상에서 정확하게 초점이 맞는 한 점을 검출할 수 있게 되는 것을 특징으로 하며, 이와 관련하여 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석을 통해 병변에 대한 정보를 획득하는 기법에 대한 개발은 미비한 실정이다.

[0006] 본원의 배경이 되는 기술은 한국등록특허공보 제10-2349515호에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 공초점 현미경 영상으로부터 병변 유무, 병변 분포 등을 포함하는 병변 정보를 생성하는 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치 및 방법을 제공하려는 것을 목적으로 한다.

[0008] 다만, 본원의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또

다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법은, (a) 공초점 현미경 영상을 획득하는 단계 및 (b) 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 상기 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 (b) 단계는, (b1) 상기 분석 모델을 이용하여 상기 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별하는 단계 및 (b2) 상기 분석 모델을 이용하여 상기 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지하고, 상기 탐지 결과에 기초하여 상기 비정상 영역을 구획하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 (b2) 단계는, 상기 병변 영역 및 상기 병변 영역의 주변 영역으로 상기 비정상 영역을 구획할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 병변 영역은 암 조직 영역을 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법은, (c) 상기 병변 정보에 기초하여 도출되는 상기 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 (c) 단계는, 상기 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 상기 병변 정보를 이용하여 정합하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 수술 가이드 정보는, 상기 병변 영역에 대응하는 절제선 가이드 정보를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 (a) 단계는, 대상자의 체내로 삽입된 공초점 현미경 디바이스를 이용하여 상기 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다.

[0017] 한편, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치는, 공초점 현미경 영상을 획득하는 수신부 및 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 상기 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성하는 분석부를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 분석부는, 상기 분석 모델을 이용하여 상기 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별하는 탐지부 및 상기 분석 모델을 이용하여 상기 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지하고, 상기 탐지 결과에 기초하여 상기 비정상 영역을 구획하는 구획부를 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 구획부는, 상기 병변 영역 및 상기 병변 영역의 주변 영역으로 상기 비정상 영역을 구획할 수 있다.

[0020] 또한, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치는, 상기 병변 정보에 기초하여 도출되는 상기 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보를 생성하는 가이드부를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 가이드부는, 상기 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 상기 병변 정보를 이용하여 정합할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 수신부는, 대상자의 체내로 삽입된 공초점 현미경 디바이스를 이용하여 상기 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다.

[0023] 한편, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템은, 대상자의 체내로 삽입되어 공초점 현미경 영상을 촬영하는 공조첨 현미경 디바이스 및 상기 공초점 현미경 영상을 수신하고, 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 상기 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성하는 병변 정보 획득 장치를 포함할 수 있다.

[0024] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 공초점 현미경 영상으로부터 병변 유무, 병변 분포 등을 포함하는 병변 정보를 생성하는 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보

획득 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0026] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 기 확보된 의료 영상정보와 공초점 현미경 기반의 병리 영상을 융합하여 수술 과정에서 보다 빠르고 정확한 병변 가이드를 제공할 수 있어, 수술이 보다 효과적으로 진행될 수 있다.

[0027] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 수술 과정에서 불필요하게 소모되는 시간 낭비가 획기적으로 감소될 수 있고, 이에 따라 수술 예후가 개선될 수 있다.

[0028] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 공초점 현미경 영상을 이용한 병변 분석을 위한 인공 지능 기술을 사용자가 편리하게 적용하도록 하는 사용자 인터페이스가 제공될 수 있으며, 의료 기관에 구비되는 통합의료정보시스템, 의료영상저장전송시스템 등과 연동하여 분석 결과를 관리할 수 있다.

[0029] 다만, 본원에서 얻을 수 있는 효과는 상기된 바와 같은 효과들로 한정되지 않으며, 또 다른 효과들이 존재할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템의 개략적인 구성도이다.

도 2a 및 도 2b는 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템의 기능 및 동작을 설명하기 위한 개념도이다.

도 3는 공초점 현미경 영상 내에서 식별되는 정상 영역, 비정상 영역 및 병변 영역을 설명하기 위한 개념도이다.

도 4a 및 도 4b는 인공지능 기반의 분석 모델을 설명하기 위한 개념도이다.

도 5a는 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 정합하는 프로세스를 설명하기 위한 개념도이다.

도 5b는 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보에 기초하여 생성되는 수술 가이드 정보를 설명하기 위한 도면이다.

도 5c는 병변 정보를 이용하여 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 정합하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치의 개략적인 구성도이다.

도 7은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법에 대한 동작 흐름도이다.

도 8은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 병변 정보 생성 프로세스에 대한 세부 동작 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0032] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결" 또는 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0033] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0034] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0035] 본원은 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치 및 방법에 관한 것이다. 예를 들면, 본원은 수술 등의 수행 시 대상자의 체내에서 획득되는 공초점 현미경 영상을 활용하여 병변에 대한 분석을 수행하고, 주요 병변 영역에 대한 구획을 처리하는 인공지능 기반의 솔루션에 대한 것이다.

[0036] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템의 개략적인 구성도이다.

[0037] 도 1을 참조하면, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템(10)(이하, '분석 시스템(10)'이라 한다.)는, 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치(100)(이하, '병변 정보 획득 장치(100)'라 한다.), 공초점 현미경 디바이스(200) 및 사용자 단말(300)을 포함할 수 있다.

[0038] 병변 정보 획득 장치(100), 공초점 현미경 디바이스(200) 및 사용자 단말(300) 상호간은 네트워크(20)를 통해 통신할 수 있다. 네트워크(20)는 단말들 및 서버들과 같은 각각의 노드 상호간에 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미하는 것으로, 이러한 네트워크(20)의 일 예에는, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 네트워크, 5G 네트워크, WIMAX(World Interoperability for Microwave Access) 네트워크, 인터넷(Internet), LAN(Local Area Network), Wireless LAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), wifi 네트워크, 블루투스(Bluetooth) 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다.

[0039] 사용자 단말(300)은 예를 들면, 스마트폰(Smartphone), 스마트패드(SmartPad), 태블릿 PC등과 PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communication), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), Wibro(Wireless Broadband Internet) 단말기 같은 모든 종류의 무선 통신 장치일 수 있다.

[0040] 또한, 본원의 실시예에 관한 설명에서 공초점 현미경 디바이스(200)는 일반 광학현미경과 달리 센서부 앞에 핀홀을 배치하여, 핀홀이 없는 일반 현미경은 대물렌즈의 초점평면 이외의 부분에서 산란된 빛도 센서부에 의해 감지되어 이미지의 해상도가 떨어지게 되는 것과 달리 공초점 현미경 디바이스(200)는 센서부 앞에 위치한 핀홀이 대물렌즈의 초점 평면 이외에서 오는 빛을 차단해 현미경의 해상도를 향상시키는 특성을 가진다.

[0041] 또한, 공초점 현미경 디바이스(200)의 레이저 광원에서 나온 빔은 거울을 통해 폴리곤 스캐너로 보내지고 폴리곤 스캐너는 레이저 빔을 점에서 선으로 스캔하고, 선으로 스캔되어 발산되는 빔을 빔 익스팬더를 이용해 집광 및 확대하고 다시 갈바노 스캐너 표면에 집광되고 다시 한 번 스캐닝되어 2차원 평면으로 확장된다. 2차원으로 스캔되어 발산되는 빔은 2번 째 빔 익스팬더를 통해 집광 및 확장되고 대물렌즈로 평행하게 입사한다. 대물렌즈는 입사한 빛을 렌즈의 초점에 집광시키고 초점에 위치한 샘플에서 반사된 빛은 지나온 광경로를 되돌아간다. 샘플에서 산란되어 광경로를 되돌아간 빛은 빔 스플리터에서 비율에 따라 나뉘어져 렌즈를 지나 핀홀에서 집광되고 핀홀을 통과한 빛을 감지할 수 있다.

[0042] 특히, 본원에서 개시하는 인공지능 기반의 분석 시스템(10)의 공초점 현미경 디바이스(200)는 수술실 등의 환경에서 수술 대상자의 체내에서 공초점 현미경 영상을 실시간으로 획득 가능한 in-vivo 이미징을 위한 디바이스일 수 있다. 예를 들어, 공초점 현미경 디바이스(200)는 대상자의 체내로 삽입될 수 있는 초소형의 프로브를 포함하는 구조로 이루어질 수 있다.

[0043] 참고로, 공초점 현미경 디바이스(200)는 전술한 바와 같이 대상자의 체내로 삽입된 형태로 공초점 현미경 영상을 획득하는 in-vivo 이미징 방식 외에도, 분석하고자 하는 부위의 조직을 대상자의 체외로 적출한 후 조직 내 세포 상태에 대한 판독을 수행하는 ex-vivo 이미지 방식에 활용될 수 있음은 물론이다. 달리 말해, 본원에서 개시하는 병변 정보 획득 장치(100)는 ex-vivo 상황 또는 in-vivo 상황에서 획득된 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석을 모두 수행할 수 있는 장치일 수 있다.

[0044] 이와 관련하여, ex-vivo 분석법은 적출된 검체의 상태에 대한 단일 시점의 정보만을 제공하므로, 수술 진행 상황 등에 따라 생체 내에서 역동적으로 발생하는 변화를 추적하는 데 사용될 수 없는 반면, in-vivo 분석법은 생체 내 환경에서의 세포수준의 역동적인 과정들을 실시간으로 직접 영상화할 수 있어, 생체 내 실제 미세환경에 따른 현상 분석이 가능하다는 이점이 있으며, 수술 도중에 실시간으로 이루어지는 in-vivo 분석을 이용하면, 병리이미지를 활용하기 위해 조직을 자르고 이를 다시 병리과에 보내는 번거로운 작업을 생략할 수 있어 시간적

비용소모가 많이 발생하는 문제를 해결할 수 있다.

[0045] 이하에서는 도 3 내지 도 5c를 참조하여 병변 정보 획득 장치(100)의 구체적인 기능 및 동작에 대하여 설명하도록 한다.

[0046] 병변 정보 획득 장치(100)는 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다. 구체적으로, 병변 정보 획득 장치(100)는 대상자의 체내로 삽입된 공초점 현미경 디바이스(200)를 이용하여 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, 병변 정보 획득 장치(100)는 공초점 현미경 디바이스(200)로부터 공초점 현미경 영상을 수신할 수 있다.

[0047] 또한, 병변 정보 획득 장치(100)는 수신한 공초점 현미경 영상에 대한 전처리를 적용할 수 있다. 예를 들어, 병변 정보 획득 장치(100)는 수신한 공초점 현미경 영상에 대한 이미지 분석에 앞서 공초점 현미경 영상의 화질(해상도)을 조정(예를 들면, 화질을 개선)하는 전처리를 적용할 수 있다.

[0048] 다른 예로, 병변 정보 획득 장치(100)는 in-vivo 상황에서 획득된 공초점 현미경 영상의 경우, 촬영 대상 검체를 대상차의 체외로 적출한 후 이미징이 이루어지는 ex-vivo 상황 대비, 촬영 부위의 깊이 또는 두께가 큰 촬영 환경에 따라 공초점 현미경 디바이스(200)의 핀홀 크기가 확장된 상태로 촬영이 이루어져 공초점 현미경 영상이 전체적으로 밝게 촬영될 수 있음을 고려하여 원본 상태의 공초점 현미경 영상의 밝기를 일부 감소시키는 전처리를 적용할 수 있다.

[0049] 또 다른 예로, 병변 정보 획득 장치(100)는 in-vivo 상황에서 획득된 공초점 현미경 영상의 경우, 전술한 바와 같이 핀홀 크기가 평상시 대비 확대된 상태로 촬영이 이루어짐에 따라 촬영 부위에서 산란된 빛이 핀홀을 통과하는 비율이 증가하기 때문에 ex-vivo 상황의 이미지 대비 증가하게 되는 배경 노이즈를 제거하는 전처리를 수행할 수 있다. 달리 말해, 병변 정보 획득 장치(100)는 ex-vivo 상황에서 획득된 공초점 현미경 영상에 대하여 적용되는 배경 노이즈 제거 수준 대비 vivo 상황에서 획득된 공초점 현미경 영상에 대하여 적용되는 배경 노이즈 제거 수준을 강화하여 적용할 수 있다.

[0050] 또한, 병변 정보 획득 장치(100)는 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 획득한 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성할 수 있다.

[0051] 본원의 실시예에 관한 설명에서 병변 정보는 공초점 현미경 영상에 대한 이미지 분석을 통해 도출되는 정보로서, 대상자의 체내의 촬영부위(달리 말해, 공초점 현미경 디바이스(200)가 삽입되어 공초점 현미경 영상을 촬영한 부위) 또는 대상자의 신체로부터 획득된 검체에 소정의 병변의 특성을 나타내는 영역이 존재하는지 여부, 해당 병변의 특성을 반영하는 국부적인 영역(병변 영역) 각각의 규격 정보, 병변 영역의 분포 정보 등을 포괄하는 용어일 수 있다. 달리 말해, 병변 정보 획득 장치(100)는 공초점 현미경 영상에 대한 이미지 분석을 통해 병변 유무, 각 병변 영역의 크기, 특성, 규격 정보, 병변 영역의 분포 정보 등을 포함하는 병변 정보를 도출하도록 동작할 수 있다.

[0052] 한편, 본원의 실시예에 관한 설명에서 병변 영역은 암(Cancer) 조직 영역, 종양 조직 영역 등을 포함하는 것일 수 있다.

[0053] 도 2a 및 도 2b는 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템의 기능 및 동작을 설명하기 위한 개념도이다.

[0054] 도 2a를 참조하면, 본원에서 개시하는 인공지능 기반의 분석 시스템(10)은 수집한 공초점 현미경 영상에 소정의 전처리를 적용하고, 전처리된 공초점 현미경 영상을 학습 데이터로 하여 공초점 현미경 영상에 반영된 텍스쳐 특성, 공초점 현미경 영상 내 등장하는 객체의 형상 특성 중 주요한 특성에 가중치를 적용하며 인공지능 기반의 학습을 수행하고, 학습된 모델을 이용하여 병변 유무에 대한 판단 및 병변 영역에 대한 검출을 수행할 수 있다. 즉, 인공지능 기반의 분석 시스템(10)은 공초점 영상을 이용하여 병변 영역에 대한 정보를 획득하고, 병변 병역을 기준으로 영상(이미지)을 구획화할 수 있다.

[0055] 또한, 도 2a를 참조하면, 본원에서 개시하는 인공지능 기반의 분석 시스템(10)은 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상(예를 들면, CT 이미지, MRI 이미지 등)을 정합하여 수술 가이드 정보로서 활용할 수 있다. 보다 구체적으로, 인공지능 기반의 분석 시스템(10)은 공초점 현미경 영상의 3차원 깊이(3D depth) 구조와 각 깊이(depth)마다의 진단된 영역 슬라이스를 획득하고, 슬라이스에서의 병변의 좌표(위치)를 확인하고, 이종 영상으로부터 MPR view에서 구획된 영역을 확보한 후 좌표 매칭을 통한 구획 정합을 수행함으로써 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상의 정합을 수행할 수 있다.

[0056] 또한, 도 2b를 참조하면, 인공지능 기반의 분석 시스템(10)은 입력된 의료 영상(예를 들면, 공초점 현미경

영상, 내시경 영상 등)에 등장하는 객체(예를 들면, 수술 도구(Surgical tools), 해부학적 구조물(Body construction) 등)에 대한 정보와 수술/시술 수행 시 발생 가능한 이벤트(Event)에 대한 정보를 탐지하기 위한 인공지능 기반의 탐지 모델을 보유할 수 있다. 예를 들어, 탐지 모델은 자동 분할 탐지(Auto segmentation detection) 모델로 달리 지칭될 수 있다.

[0057] 또한, 도 2b를 참조하면, 인공지능 기반의 분석 시스템(10)은 수술 로봇 카메라, 다빈치 로봇, 복강경 디바이스 등 각종 시술/수술에 활용되는 디바이스와 연동하기 위한 통신 네트워크(communication network)를 구비할 수 있으며, 가상 현실 기반의 정합(Registration) 기법을 활용한 수술 가이드를 제공할 수 있는 시스템일 수 있다.

[0058] 도 3는 공초점 현미경 영상 내에서 식별되는 정상 영역, 비정상 영역 및 병변 영역을 설명하기 위한 개념도이다.

[0059] 도 3를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 이용하여 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별할 수 있다.

[0060] 이와 관련하여, 본원의 실시예에 관한 설명에서 '정상 영역'은 공초점 현미경 영상을 이루는 각 픽셀의 색상 정보, 공초점 현미경 영상에서 탐지되는 오브젝트의 형상 정보 등에 비추어 탐색하고자 하는 병변의 존재 가능성이 미리 설정된 임계 수준 미만으로 판단된 영역을 의미하는 것일 수 있으며, 이와 대비하여 '비정상 영역'은 전술한 색상 정보, 형상 정보 등에 비추어 탐색하고자 하는 병변의 존재 가능성이 미리 설정된 임계 수준 이상으로 판단된 영역을 의미하는 것일 수 있다.

[0061] 본원의 일 실시예에 따르면, 병변 정보 획득 장치(100)는 입력된 공초점 현미경 영상에 포함된 전체 영역을 1차적으로 정상 영역 및 비정상 영역으로 구분하는 분석을 수행한 후, 이하에서 상세히 설명하는 바와 같이 비정상 영역으로 판단된 국부적인 영역에 대한 상세 분석을 통해 병변 영역을 세밀하게 특정하고, 특정된 병변 영역의 크기, 특성, 규격 정보, 병변 영역의 분포 정보 등을 도출하도록 동작할 수 있다.

[0062] 도 3를 참조하여 예시하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 입력된 공초점 현미경 영상(I_0)으로부터 도 3의 A 내지 C로 표시된 3개의 비정상 영역을 1차적으로 파악하고, 특정 비정상 영역(비정상 영역 A)에 대한 크롭된 국부 이미지(I_1)에 대한 상세 분석을 통해 병변 영역 및 병변 영역의 주변 영역으로 비정상 영역을 세부적으로 구획할 수 있다.

[0063] 종합하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 인공지능 기반의 분석 모델을 이용하여 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별하고, 인공지능 기반의 분석 모델을 이용하여 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지하고, 탐지 결과에 기초하여 비정상 영역을 구획하는 단계적인 영상 분석을 수행할 수 있다.

[0064] 보다 구체적으로 도 3의 I_1을 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 1차적으로 탐지된 비정상 영역을 병변 영역 및 병변 영역의 주변 영역으로 구획할 수 있다. 예시적으로, 병변 영역의 주변 영역은 병변 부위로 인한 폐색(Occulusion)이 예상되는 영역을 포함할 수 있으며, 병변 정보 획득 장치(100)는 1차로 탐지된 비정상 영역 내의 병변 영역을 표시하고, 병변 영역 외의 영역을 주변 영역으로 하여 병변 영역과 구분되게 표시하되, 병변 영역의 형상, 색상, 크기, 주변 영역 내의 픽셀의 색상, 특정 오브젝트의 존부 등에 비추어 병변 영역으로부터의 폐색(Occulusion)이 예상되는 영역은 강조하여 표시하는 방식으로 구획된 영역들에 대한 정보를 구분하여 표시할 수 있다.

[0065] 한편, 본원의 일 실시예에 따르면 병변 정보 획득 장치(100)는 수신(입력)된 공초점 현미경 영상의 픽셀별 색상 정보에 기초하여 해당 공초점 현미경 영상으로부터 특정 병변 영역의 등장(존재) 여부 및 병변 영역의 경계 영역을 추출하는 인공지능 기반의 분석 모델을 보유할 수 있다.

[0066] 이와 관련하여, 도 4a 및 도 4b는 인공지능 기반의 분석 모델을 설명하기 위한 개념도이다. 구체적으로, 도 4a는 인공지능 기반의 병변 유무 판별 모델을 설명하기 위한 개념도이고, 도 4b는 공초점 현미경 영상의 화질 개선을 위한 인공지능 기반의 영상 고도화 모델을 설명하기 위한 개념도이다.

[0067] 도 4a를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 선순환 구조의 학습 기법을 활용하여 병리 영상(예를 들면, 공초점 현미경 영상 등)의 로컬(Local) 정보와 글로벌(Global) 정보를 융합함으로써 병리 영상에 반영된 텍스쳐 특성과 형상 특성을 용이하게 학습하여 병변의 유무를 탐지하도록 설계되는 병변 유무 판별 모델을 보유할 수 있다.

[0068] 보다 구체적으로, 도 4a를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)의 병변 유무 판별 모델은 병변 영역 또는 비정

상 영역을 포함하는 패치(Patch) 이미지를 학습 데이터로 한 딥러닝 기반의 학습과, 촬영된 병리 영상의 전체 영역을 포함하는 전체(Whole) 이미지를 학습 데이터로 한 딥러닝 기반의 학습을 개별적으로 수행하여 도출된 가중치를 이용하여 입력된 병리 이미지의 로컬(Local) 정보와 글로벌(Global) 정보를 각각 도출하고, 도출된 로컬(Local) 정보와 글로벌(Global) 정보를 종합하여 입력된 병리 이미지에서 병변(예를 들면, 암(Cancer) 등)이 존재하는지 여부에 대한 분류 결과를 출력하는 모델일 수 있다.

[0069] 또한, 도 4b를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 평균 제곱 오차(Mean Squared Error, MSE) 기반의 손실 함수를 사용하고, 병리 이미지에서 탐색된 주요 영역을 나타내는 가중치가 적용된 활성화 맵(Weighted Activation Map)을 추출하는 CAM이 활용되고, Permuted AdaIN 계층을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 고도화 모델을 보유할 수 있다.

[0070] 보다 구체적으로, 병변 정보 획득 장치(100)의 영상 고도화 모델은 특정 촬영 대상에 대하여 In-vivo 환경에서 획득된 공초점 현미경 영상을 포함하는 제1학습 데이터와 동일한 촬영 대상에 대하여 Ex-vivo 환경에서 획득된 공초점 현미경 영상을 포함하는 제2학습 데이터를 상호 연관 짓지 않은 상태(달리 말해, un-paired data 형태)로 비지도 학습(Unsupervised learning)을 수행하는 방식으로 구축될 수 있으며, 병변 정보 획득 장치(100)는 In-vivo 환경에서 획득되는 공초점 현미경 영상에 반영되는 3차원 깊이(3D depth) 별 노이즈를 학습된 영상 고도화 모델을 이용하여 제거함으로써 입력된 공초점 현미경 영상의 화질을 개선하도록 동작할 수 있다.

[0071] 본원의 일 실시예에 따르면, 병변 정보 획득 장치(100)에 구비되는 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델은 소정의 공초점 현미경 영상에 대하여 해당 공초점 현미경 영상에 반영된 병변 영역에 대한 정보를 표시(라벨링)한 학습 데이터를 기초로 하여 공초점 현미경 동영상의 각 픽셀의 색상 정보, 국부적인 등장 객체의 형상에 대한 분석 결과와 병변 유무, 병변 영역의 형상 등과의 상관 관계(예를 들면, 함수 형태)를 학습하는 지도 학습(Supervised Learning) 기반의 기계 학습 방식으로 생성되는 것일 수 있다. 다만, 이에만 한정되는 것은 아니며, 본원에서의 인공지능 기반의 분석 모델은 로지스틱 회귀 분석(Logistic Regression), 랜덤 포레스트(Random Forest), 딥 러닝(Deep Learning), 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine, SVM), 인공신경망(Artificial Neural Network, ANN), 강화 학습(Reinforcement Learning) 등 종래에 공지되었거나 향후 개발되는 모든 종류의 기계 학습 방식을 통해 생성(학습)된 것일 수 있다. 또한, 인공지능 기반의 분석 모델은 예시적으로 영역 분할(Segmentation) 알고리즘 등일 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다.

[0072] 이와 관련하여, 병변 영역의 경우, 대상자의 체내에서 비정형의 형상으로 나타날 수 있는 점을 고려하여, 본원에서의 인공지능 기반의 분석 모델은 비정형 물체(객체)의 인식을 위한 Mask R-CNN(Regional Convolution Neural Network) 모델일 수 있다. 보다 구체적으로, 해당 인공지능 모델은 이미지에 대한 학습을 위한 백본 망(Backbone network)으로서 FPN(Feature Pyramid Network)을 사용하여 전체 이미지로부터 특정 병변 영역에 대한 인식을 빠르게 학습하도록 구현되고, ResNet(Residual Network) 기반의 은닉층(hidden layer)을 포함하도록 구현하여 관심 영역(RoI, Region of Interest)을 보다 빠르게 인식하도록 학습이 이루어진 모델일 수 있다. 또한, 이러한 인공지능 모델의 학습에는 각종 병변 이미지의 비정형 모양(형상)을 다양하게 반영하는 기 수집된 학습 이미지가 활용될 수 있다.

[0073] 다만, 병변 정보에 대한 분석을 위한 인공지능 모델의 유형은 전술한 Mask R-CNN 모델로 한정되는 것은 아니며, 본원에서는 종래에 이미 공지되었거나 향후 개발되는 다양한 인공지능 기반의 객체 인식 알고리즘 모델 또는 영상 분석 모델이 적용될 수 있다.

[0074] 또한, 병변 정보 획득 장치(100)는 도출된 병변 영역의 경계 정보에 기초하여 식별된 병변 영역에 대한 규격 정보를 도출할 수 있다. 구체적으로, 병변 정보 획득 장치(100)는 수신된 공초점 현미경 영상에 대한 이미지 분석을 통해 식별된 병변 영역의 중심 위치, 너비 정보(width), 높이 정보(height) 등을 수치화할 수 있다.

[0075] 도 5a는 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 정합하는 프로세스를 설명하기 위한 개념도이다. 도 5a를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 인공지능 기반의 분석 모델에 의해 도출된 병변 정보에 기초하여 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보를 도출하고, 도출된 해부학적 구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보를 생성할 수 있다.

[0076] 구체적으로, 도 5a를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 CT 이미지, MRI 이미지 등과 같은 3차원 볼륨을 가지는 형태의 이종 영상 데이터와 공초점 현미경 이미지 간의 매칭을 위해 공초점 현미경 영상으로부터 도출된 병변 유무 정보에 기반하여 각 깊이(Depth) 별로 병변 영역을 탐색하고, 탐색된 병변 영역에 기반하여 주요 영역을 구획화할 수 있다. 또한, 병변 정보 획득 장치(100)는 구획화의 범위 병변 부위에서 미리 설정된 수의 픽

셀(예를 들면, 5 pixel 등) 이내로 병변 부위를 구획화 한 후 3차원 좌표계로 이를 변환할 수 있다.

[0077] 또한, 병변 정보 획득 장치(100)는 이종 영상 이미지에서 병변 구획화를 적용함으로써 획득된 3차원 좌표와 전술한 방식을 통해 도출한 공초점 현미경 영상에 대응하여 병변 영역이 변환된 좌표계 간의 픽셀 단위 정합을 진행할 수 있으며, 이 때 딥러닝 등의 인공지능 기법을 통해 학습된 모델이 활용될 수 있다. 이와 관련하여 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 모델은 MSE 오차를 활용하여 정합을 수행하는 모델이거나, 템플릿 매칭(Template matching)을 이용하여 특정 병변 영역에 대응하는 관심 영역(Region of Interest, RoI)의 좌표를 활용하는 모델일 수 있다.

[0078] 도 5b는 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보에 기초하여 생성되는 수술 가이드 정보를 설명하기 위한 도면이다.

[0079] 도 5b를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 병변 영역에 대응하는 절제선 가이드 정보를 포함하는 수술 가이드 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 병변 정보 획득 장치(100)는 입력된 공초점 현미경 영상을 사용자 단말(300)을 통해 표시(표출)하되, 파악된 병변 정보에 대응하는 라인, 도형 등의 형태의 절제선 가이드 정보를 공초점 현미경 영상에 중첩(오버레이)하는 방식으로 수술 가이드 정보를 수술자, 의료진 등의 사용자에게 제공할 수 있다.

[0080] 한편, 병변 정보 획득 장치(100)는 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상(예를 들면, 해당 수술 부위 등을 촬영한 자기공명영상(MRI 이미지), X-Ray 영상, CT 이미지 등)을 공초점 현미경 영상으로부터 도출된 병변 정보를 이용하여 정합하여 융합 이미지를 생성할 수 있다. 여기서, 이종 의료 영상은 공초점 현미경 영상과 상이한 모달리티로 촬영된 영상을 의미하는 것으로 이해될 수 있다.

[0081] 이와 관련하여, 도 5c는 병변 정보를 이용하여 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 정합하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

[0082] 도 5c를 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 다른 모달리티의 이종 의료 영상과 공초점 현미경 영상을 기초로 하여 대상자의 체내 병변 부위의 해부학적 구조 정보(Geometric information)를 획득한 후, 이종 의료 영상과 공초점 현미경 영상을 정합함으로써 실제 수술 부위의 병리 영상(공초점 현미경 영상)을 이용한 절제선을 수술 가이드 정보로서 표시하되, 병변 부위로 인한 폐색(Occulusion)이 예상되는 주변 영역에 대한 정보까지 제공함으로써 보다 정밀한 절제술이 가능해지도록 사용자를 보조할 수 있다.

[0083] 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치의 개략적인 구성도이다.

[0084] 도 6을 참조하면, 병변 정보 획득 장치(100)는 수신부(110), 분석부(120) 및 가이드부(130)를 포함할 수 있다. 또한, 도 6를 참조하면, 분석부(120)는 탐지부(121) 및 구획부(122)를 포함할 수 있다.

[0085] 수신부(110)는 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, 수신부(110)는 대상자의 체내로 삽입된 공초점 현미경 디바이스(200)를 이용하여 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다. 이와 관련하여 본원의 일 실시예에 따르면, 수신부(110)는 공초점 현미경 디바이스(200)로부터 공초점 현미경 영상을 수신하는 것일 수 있다.

[0086] 분석부(120)는 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 수신된 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성할 수 있다.

[0087] 보다 구체적으로, 탐지부(121)는 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 이용하여 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별할 수 있다.

[0088] 또한, 구획부(122)는 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 이용하여 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지할 수 있다. 또한, 구획부(122)는 병변 영역에 대한 탐지 결과에 기초하여 비정상 영역을 구획할 수 있다. 이와 관련하여 본원의 일 실시예에 따르면, 구획부(122)는 병변 영역 및 병변 영역의 주변 영역으로 비정상 영역을 구획할 수 있다.

[0089] 가이드부(130)는 분석부(120)에 의해 생성된 병변 정보에 기초하여 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보를 도출할 수 있다. 또한, 가이드부(130)는 도출된 해부학적 구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보를 생성할 수 있다. 또한, 가이드부(130)는 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 병변 정보를 이용하여 정합할 수 있다.

[0090] 또한, 본원의 일 실시예에 따르면, 가이드부(130)는 병변 영역에 대응하는 절제선 가이드 정보를 포함하는 수술

가이드 정보를 사용자 단말(300)로 제공할 수 있다.

[0091] 이하에서는 상기에 자세히 설명된 내용을 기반으로, 본원의 동작 흐름을 간단히 살펴보기로 한다.

[0092] 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법에 대한 동작 흐름도이다.

[0093] 도 7에 도시된 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법은 앞서 설명된 병변 정보 획득 장치(100)에 의하여 수행될 수 있다. 따라서, 이하 생략된 내용이라고 하더라도 병변 정보 획득 장치(100)에 대하여 설명된 내용은 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법에 대한 설명에도 동일하게 적용될 수 있다.

[0094] 도 7을 참조하면, 단계 S11에서 수신부(110)는 (a) 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다.

[0095] 구체적으로 본원의 일 실시예에 따르면, 단계 S11에서 수신부(110)는 대상자의 체내로 삽입된 공초점 현미경 디바이스(200)를 이용하여 공초점 현미경 영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, 단계 S11에서 수신부(110)는 공초점 현미경 디바이스(200)로부터 공초점 현미경 영상을 수신할 수 있다.

[0096] 다음으로, 단계 S12에서 분석부(120)는 (b) 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해 단계 S11에서 획득한 공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보를 생성할 수 있다.

[0097] 다음으로, 단계 S13에서 가이드부(130)는 (c) 단계 S12에서 생성된 병변 정보에 기초하여 도출되는 공초점 현미경 영상의 촬영 부위에 대한 해부학적 구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보를 생성할 수 있다.

[0098] 구체적으로, 단계 S13에서 가이드부(130)는 공초점 현미경 영상과 이종 의료 영상을 병변 정보를 이용하여 정합할 수 있다.

[0099] 또한, 단계 S13에서 가이드부(130)는 병변 영역에 대응하는 절제선 가이드 정보를 포함하는 수술 가이드 정보를 사용자 단말(300)로 제공할 수 있다.

[0100] 상술한 설명에서, 단계 S11 내지 S13은 본원의 구현예에 따라서, 추가적인 단계들로 더 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계 간의 순서가 변경될 수도 있다.

[0101] 도 8은 본원의 일 실시예에 따른 공초점 현미경 영상을 활용한 병변 정보 생성 프로세스에 대한 세부 동작 흐름도이다.

[0102] 도 8에 도시된 공초점 현미경 영상을 활용한 병변 정보 생성 프로세스는 앞서 설명된 병변 정보 획득 장치(100)에 의하여 수행될 수 있다. 따라서, 이하 생략된 내용이라고 하더라도 병변 정보 획득 장치(100)에 대하여 설명된 내용은 도 8에 대한 설명에도 동일하게 적용될 수 있다.

[0103] 도 8을 참조하면, 단계 S121에서 탐지부(121)는 (b1) 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 이용하여 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별할 수 있다.

[0104] 다음으로, 단계 S122에서 구획부(122)는 (b2) 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 이용하여 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지하고, 탐지 결과에 기초하여 비정상 영역을 구획할 수 있다. 예시적으로, 단계 S122에서 구획부(122)에 의해 탐지된 병변 영역은 암(Cancer) 조직 영역을 포함할 수 있다.

[0105] 구체적으로, 단계 S122에서 구획부(122)는 병변 영역 및 병변 영역의 주변 영역으로 비정상 영역을 구획할 수 있다.

[0106] 상술한 설명에서, 단계 S121 및 S122는 본원의 구현예에 따라서, 추가적인 단계들로 더 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계 간의 순서가 변경될 수도 있다.

[0107] 본원의 일 실시예에 따른 초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 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 본 발명을 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. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0108] 또한, 전술한 초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 방법은 기록 매체에 저장되는 컴퓨터에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램 또는 애플리케이션의 형태로도 구현될 수 있다.

[0109] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0110] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0111] 10: 공초점 현미경 영상에 대한 인공지능 기반의 분석 시스템

100: 공초점 현미경 영상을 활용한 인공지능 기반의 병변 정보 획득 장치

110: 수신부

120: 분석부

121: 탐지부

122: 구획부

130: 가이드부

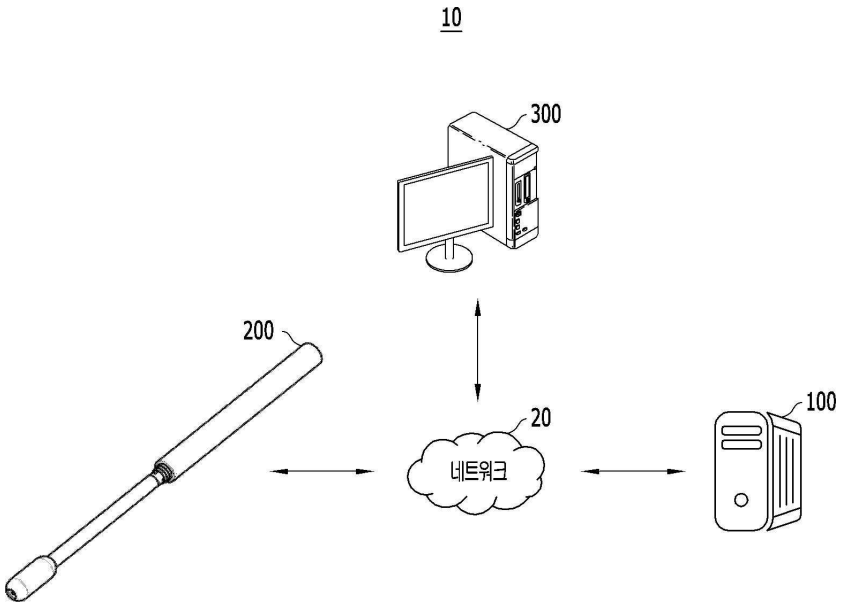
200: 공초점 현미경 디바이스

300: 사용자 단말

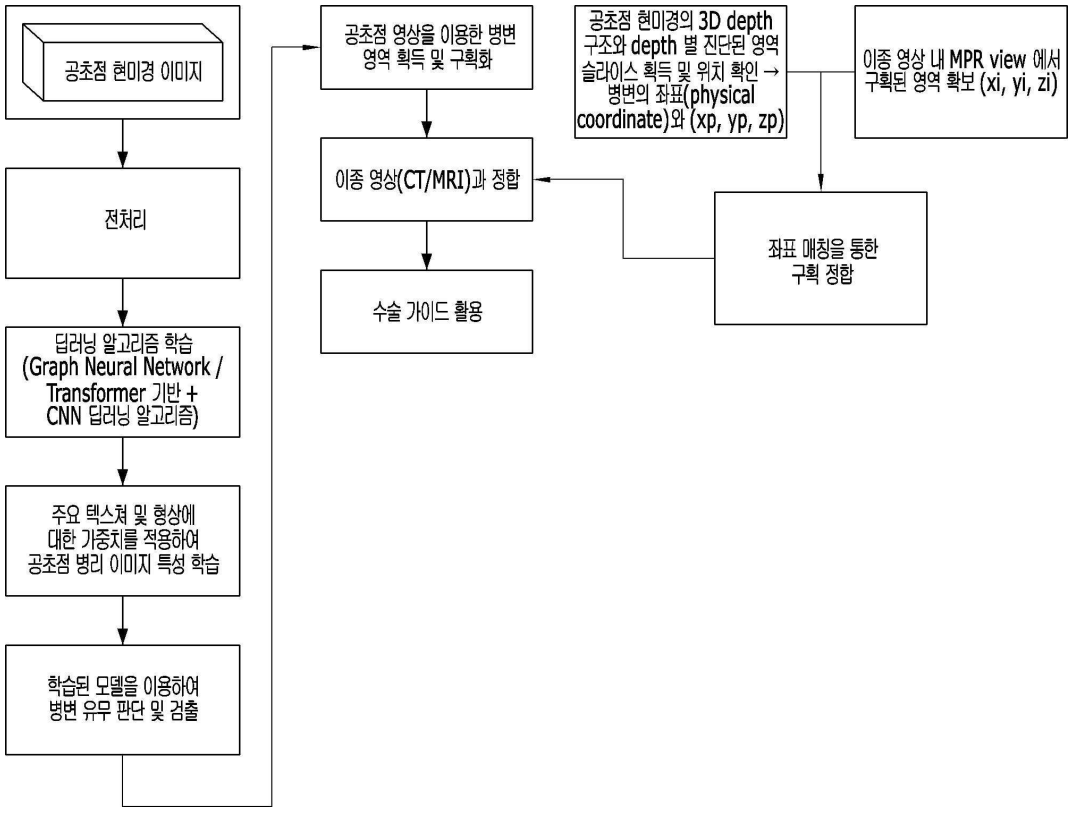
20: 네트워크

도면

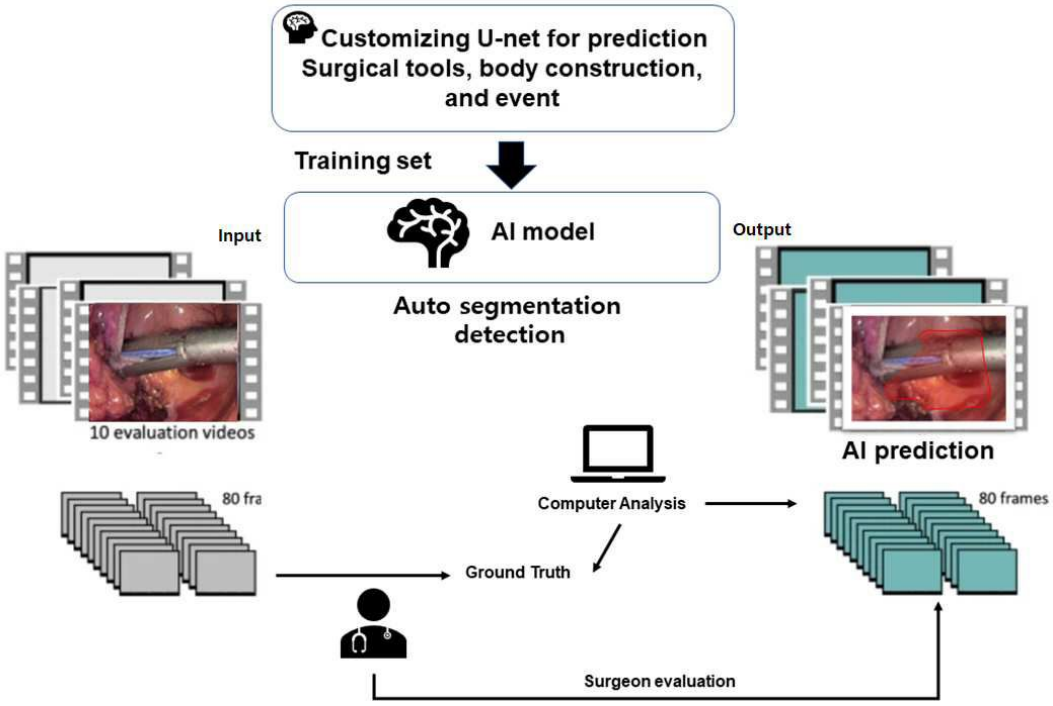
도면1


10
300
200
20
네트워크
100

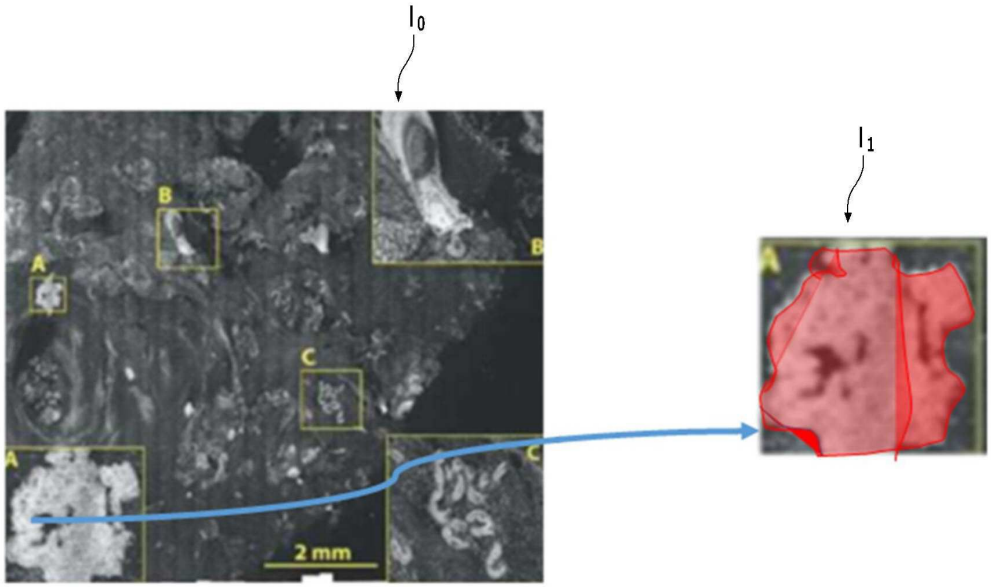
도면2a


공초점 현미경 이미지
전처리
딥러닝 알고리즘 학습
(Graph Neural Network / Transformer 기반 + CNN 딥러닝 알고리즘)
주요 텍스쳐 및 형상에 대한 가중치를 적용하여 공초점 병리 이미지 특성 학습
학습된 모델을 이용하여 병변 유무 판단 및 검출
공초점 영상을 이용한 병변 영역 획득 및 구획화
이종 영상(CT/MRI)과 정합
수술 가이드 활용
공초점 현미경의 3D depth 구조와 depth 별 진단된 영역 슬라이스 획득 및 위치 확인 → 병변의 좌표(physical coordinate)와 (xp, yp, zp)
이종 영상 내 MPR view 에서 구획된 영역 확보 (xi, yi, zi)
좌표 매칭을 통한 구획 정합

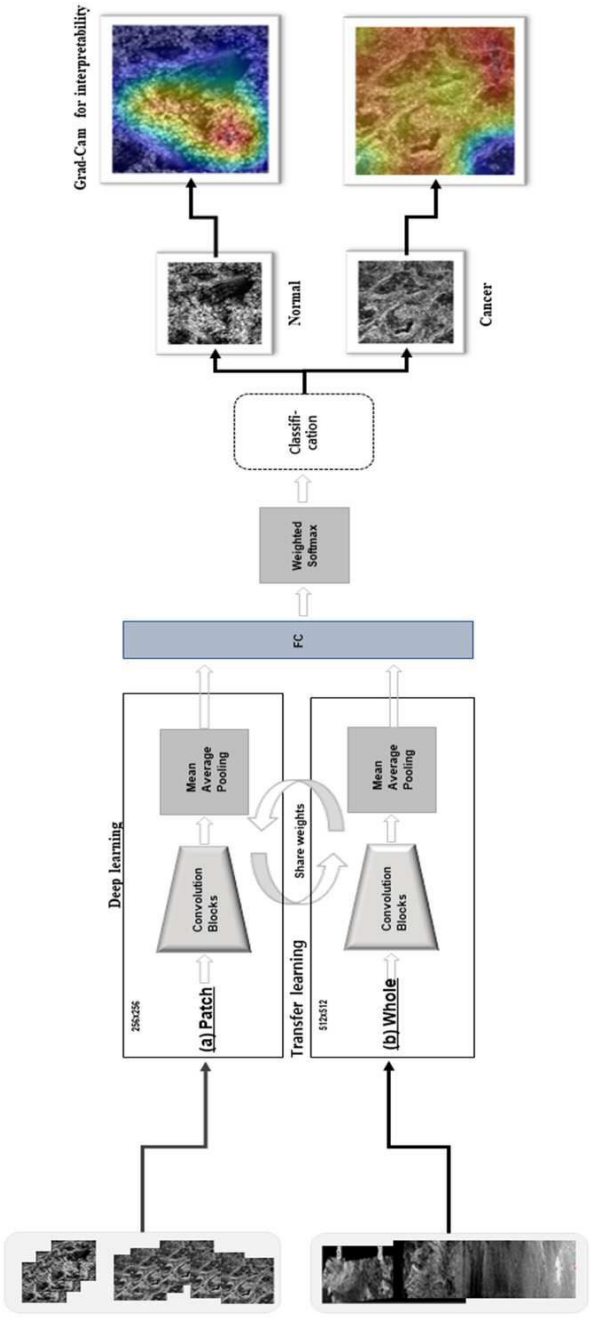
도면2b


Customizing U-net for prediction
Surgical tools, body construction, and event
Training set
AI model
Input
Output
Auto segmentation detection
10 evaluation videos
AI prediction
80 fra
Computer Analysis
80 frames
Ground Truth
Surgeon evaluation

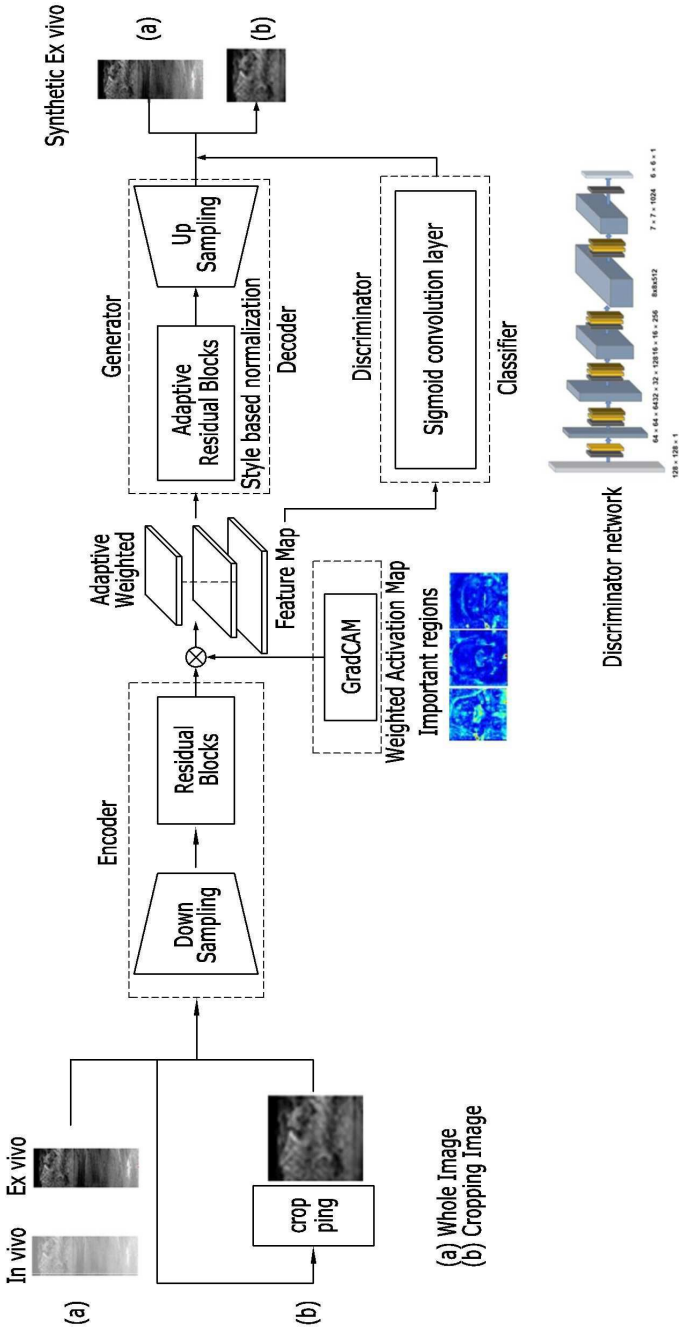
도면3


I_0
I_1
A
B
C
2 mm

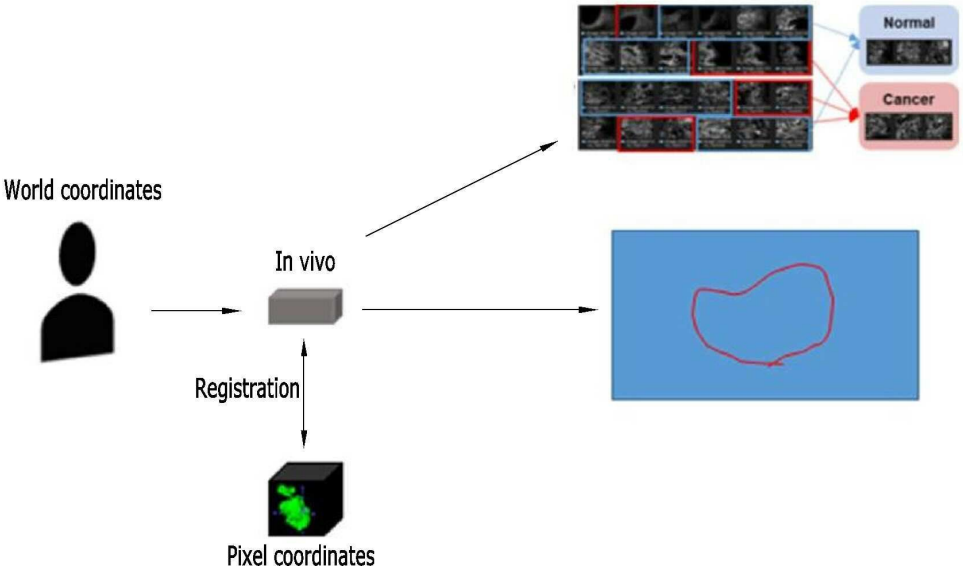
도면4a


Grad-Cam for interpretability
Normal
Cancer
Classifi-cation
Weighted Softmax
FC
Deep learning
Mean Average Pooling
Convolution Blocks
Share weights
Transfer learning
(a) Patch
256x256
(b) Whole
512x512

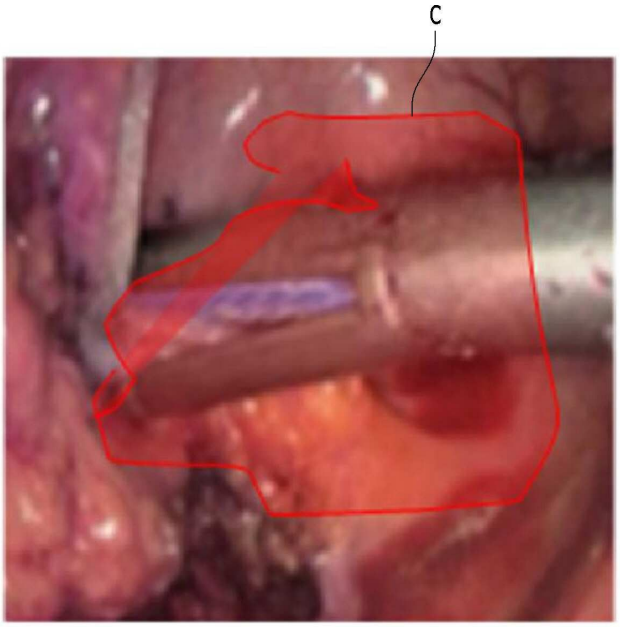
도면4b


Synthetic Ex vivo
(a)
(b)
Generator
Up Sampling
Adaptive Residual Blocks
Style based normalization
Decoder
Discriminator
Sigmoid convolution layer
Classifier
Adaptive Weighted
Feature Map
GradCAM
Weighted Activation Map
Important regions
Encoder
Residual Blocks
Down Sampling
Discriminator network
Ex vivo
In vivo
crop ping
(a) Whole Image
(b) Cropping Image
(a)
(b)

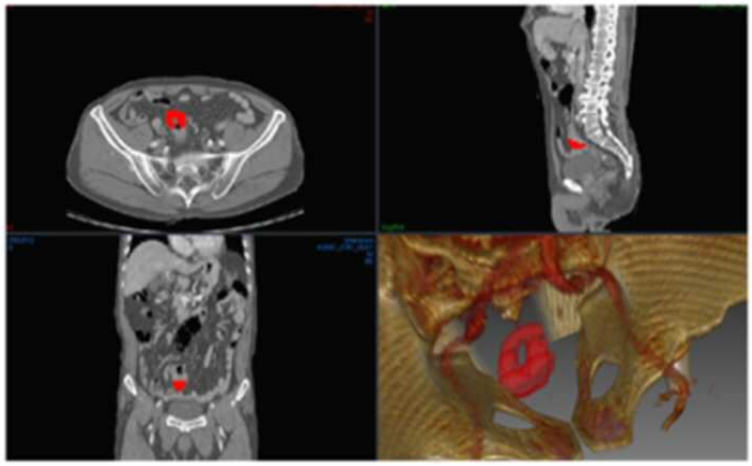
도면5a


Normal
Cancer
World coordinates
In vivo
Registration
Pixel coordinates

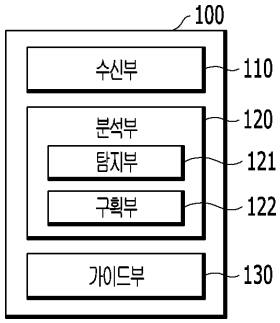
도면5b


C

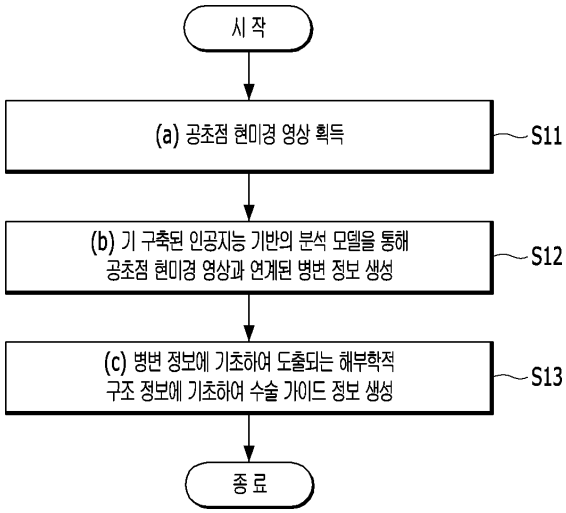
도면5c



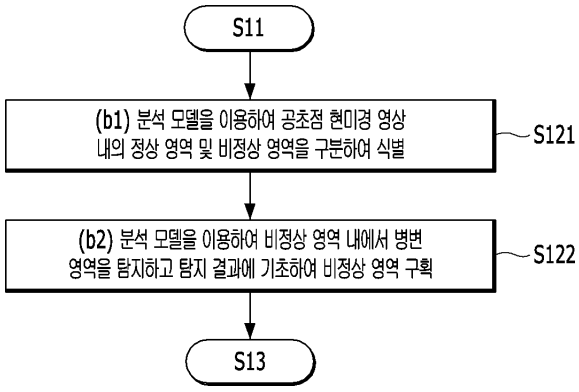
도면6


100
수신부
110
분석부
120
탐지부
121
구획부
122
가이드부
130

도면7


시 작
(a) 공초점 현미경 영상 획득
S11
(b) 기 구축된 인공지능 기반의 분석 모델을 통해
공초점 현미경 영상과 연계된 병변 정보 생성
S12
(c) 병변 정보에 기초하여 도출되는 해부학적
구조 정보에 기초하여 수술 가이드 정보 생성
S13
종 료

도면8


S11
(b1) 분석 모델을 이용하여 공초점 현미경 영상 내의 정상 영역 및 비정상 영역을 구분하여 식별
S121
(b2) 분석 모델을 이용하여 비정상 영역 내에서 병변 영역을 탐지하고 탐지 결과에 기초하여 비정상 영역 구획
S122
S13