



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0107482
(43) 공개일자 2025년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09B 9/00 (2006.01) A61B 1/00 (2025.01)
A61B 1/31 (2006.01) G06N 3/08 (2023.01)
G09B 23/28 (2006.01) G09B 5/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09B 9/00 (2013.01)
A61B 1/00004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0002135
(22) 출원일자 2024년01월05일
심사청구일자 2024년01월05일

(71) 출원인
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
박창민
서울특별시 종로구 대학로 101 (연건동, 서울대학교병원)
김이삭
서울특별시 종로구 대학로 101 (연건동, 서울대학교병원)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엘에이피에스

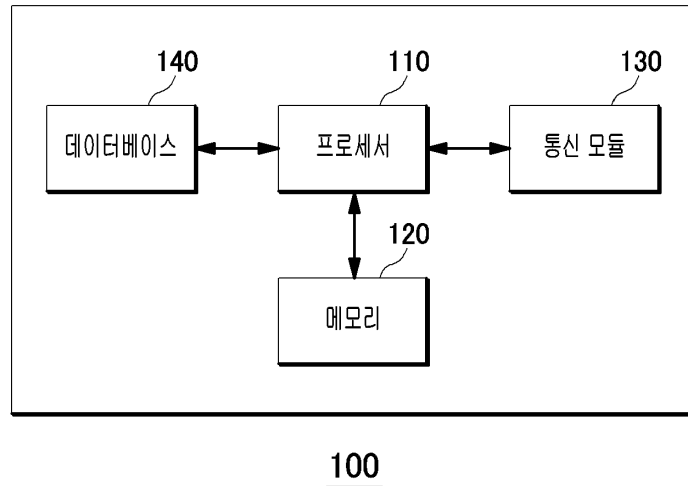
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 가상 내시경 시뮬레이터를 위한 점막 텍스처 생성 장치 및 방법

(57) 요약

본원의 일 측면에 따른 가상 내시경 시뮬레이터를 위한, 점막 텍스처 생성 장치는, 텍스처 생성 프로그램이 저장된 메모리 및 상기 점막 텍스처 생성 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하되, 상기 점막 텍스처 생성 프로그램은 상기 프로세서에 의해 실행됨에 따라, 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력하면, 상기 입력 영상의 점막 텍스처를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 생성하는 것이다. 또한, 점막 텍스처 생성 모델은 상기 입력 영상을 복수의 텍스처 패치로 분할한 후 분할된 텍스처 패치들간의 공백 영역을 인페인팅하거나, 상기 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 아웃페인팅하는 형태로 채워 상기 출력 텍스처 영상을 생성하도록 구축된 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 1/31 (2013.01)
G06N 3/08 (2023.01)
G09B 23/285 (2013.01)
G09B 5/02 (2013.01)

장승현

서울특별시 종로구 대학로 101 (연건동, 서울대학교병원)

(72) 발명자

이동현

대전광역시 중구 문화로 266 (문화동, 충남대학교
 의과대학)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345366038
과제번호	2021R1I1A3047535
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	환자 맞춤형 대장 내시경 3차원 이미지 맵 생성 알고리즘 개발 및 임상적 유용성 평
가	
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

가상 내시경 시뮬레이터를 위한, 점막 텍스처 생성 장치에 있어서,

점막 텍스처 생성 프로그램이 저장된 메모리 및

상기 점막 텍스처 생성 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하되,

상기 점막 텍스처 생성 프로그램은 상기 프로세서에 의해 실행됨에 따라, 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력하면, 상기 입력 영상의 점막 텍스처(texture)를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 생성하는 것인,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 상기 입력 영상을 복수의 텍스처 패치로 분할한 후 분할된 텍스처 패치들 간의 공백 영역을 인페인팅하거나, 상기 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 아웃페인팅하는 형태로 채워 상기 출력 텍스처 영상을 생성하도록 구축된 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 마스크 인식 트랜스포머, 생산적 적대 신경망(GAN: Generative Adversarial Networks) 또는 확산 모델(Diffusion model)에 기반하여 구축된 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 생성하는 복수의 서브 생성 모델을 포함하는 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 각각 생성하도록 학습된 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 텍스처 생성 프로그램은 공간적으로 서로 이격된 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상 또는 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상의 사이를 연결하는 보간 텍스처 영상을 생성하는 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 생성하는 복수의 서브 생성 모델을 포함하는 것이고,

상기 텍스처 생성 프로그램은 상기 각 서브 생성 모델을 통해 생성되고, 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상의 사이를 연결하는 보간 텍스처 영상을 생성하는 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 프로그램은 수학적 보간 방법에 따라 상기 보간 텍스처 영상을 생성하는 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은

학습 모델 구축시에, 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상이 입력되도록 하고, 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상 사이의 공백 영역에 대한 보간 텍스처 영상을 출력하도록 학습된 것인, 점막 텍스처 생성 장치.

청구항 9

점막 텍스처 생성 장치의 점막 텍스처 생성 방법에 있어서,

(a) 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력하는 단계; 및

(b) 상기 점막 텍스처 생성 모델이 상기 입력 영상의 점막 텍스처(texture)를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 생성하는 단계를 포함하되,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 상기 입력 영상을 복수의 텍스처 패치로 분할한 후 분할된 텍스처 패치들간의 공백 영역을 인페인팅하거나, 상기 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 아웃페인팅하는 형태로 채워 상기 출력 텍스처 영상을 생성하도록 구축된 것인, 점막 텍스처 생성 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 마스크 인식 트랜스포머, 생산적 적대 신경망(GAN: Generative Adversarial Networks) 또는 확산 모델(Diffusion model)에 기반하여 구축된 것인, 점막 텍스처 생성 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 생성하는 복수의 서브 생성 모델을 포함하거나,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 각각 생성하도록 학습된 것인, 점막 텍스처 생성 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

(c) 공간적으로 서로 이격된 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상 또는 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상의 사이를 연결하는 보간 텍스처 영상을 생성하는 단계를 더 포함하는, 점막 텍스처 생성 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 생성하는 복수의 서브 생성 모델을 포함하는 것이고,

상기 (c) 단계는, 상기 각 서브 생성 모델을 통해 생성되고, 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상의 사이를 연결하는 보간 텍스처 영상을 생성하는 것인, 점막 텍스처 생성 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 (c) 단계는, 수학적 보간 방법에 따라 상기 보간 텍스처 영상을 생성하는 것인, 점막 텍스처 생성 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 점막 텍스처 생성 모델은, 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상이 입력되도록 하고, 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상 사이의 공백 영역에 대한 보간 텍스처 영상을 출력하도록 학습된 것이고,

상기 (c) 단계는, 상기 점막 텍스처 생성 모델을 통해 상기 보간 텍스처 영상을 출력하는 것인, 점막 텍스처 생성 방법.

청구항 16

청구항 9 내지 청구항 15 중 어느 한 항에 따른 점막 텍스처 생성 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 비일시적 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가상 내시경 시뮬레이터를 위한 점막 텍스처 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 내시경 검사는 내시경 장비를 이용하여 생체의 내강을 직접 관찰하는 검사를 의미한다. 내시경 검사를 이용하면, 카메라를 통해 내강을 직접적으로 관찰할 수 있어 진단에 용이하고, 최소 침습적인 검사여서 병원에서 많이 사용되고 있다.

[0003] 한편, 내시경 검사를 시행하는 전임의들의 숙련도를 향상시키기 위해 가상 내시경 시뮬레이터가 사용되고 있다. 기존의 가상 내시경 시뮬레이터에서는 생체 내강의 점막을 단색으로 처리하기 때문에 가상 내시경 시뮬레이터를 이용한 연습의 몰입도가 낮은 것으로 알려져 있다. 이를 해결하기 위해, 인체의 내강에 대한 영상을 구현할 때, 기존에는 혈관 등의 특징들을 수동으로 직접 추출해서 구현하였는데, 이 방법은 시간이 오래 걸리고, 다양한 점막의 형태를 생성하지 못하는 문제점이 있었다.

[0004] 또한, 최근에는 인공지능에 기반한 생성모델을 이용하여 점막에 대한 영상을 생성하는 기술이 연구되고 있다. 생성모델은 학습 데이터의 분포가 유사하지만 새로운 영상을 생성하는 인공지능 모델로서, 내시경에서 추출한 영상 데이터를 학습하여 점막에 대한 영상을 생성하기 때문에, 학습 데이터와 동일한 낮은 해상도를 가진다는 단점이 있다. 가상 내시경 시뮬레이터에 낮은 해상도의 영상을 사용하여 내강의 점막을 재구성하게 되면, 원하지 않는 형태를 나타내게되어 시각적인 몰입감이 감소하게 될 수 있다.

[0005] 본 발명에서는 이러한 문제점을 해소하기 위해, 새로운 알고리즘을 제안하여 가상 내시경 시뮬레이터의 시각적인 몰입감을 향상시키고자 한다. 특히, 시뮬레이션 대상인 장기의 다양한 위치에 따라 색상과 질감을 몰입감있게 제공할 수 있는 가상 내시경 시뮬레이터를 제안한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제 10-2019-0100011 호(발명의 명칭: 수술영상을 이용한 수술정보 제공 방법 및 장치)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 기술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 가상 내시경 시뮬레이터를 위한 점막 텍스처 생성 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 내시경 시뮬레이터를 위한 점막 텍스처 생성 장치는, 텍스처 생성 프로그램이 저장된 메모리 및 상기 점막 텍스처 생성 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하되, 상기 점막 텍스처 생성 프로그램은 상기 프로세서에 의해 실행됨에 따라, 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력하면, 상기 입력 영상의 점막 텍스처(texture)를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 생성하는 것이다. 또한, 점막 텍스처 생성 모델은 입력 영상을 복수의 텍스처 패치로 분할한 후 분할된 텍스처 패치들 간의 공백 영역을 인페인팅하거나, 상기 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 아웃페인팅하는 형태로 채워 상기 출력 텍스처 영상을 생성하도록 구축된 것이다.
- [0010] 본 발명의 다른 실시예에 따른 점막 텍스처 생성 장치의 점막 텍스처 생성 방법은, 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력하는 단계; 및 상기 점막 텍스처 생성 모델이 상기 입력 영상의 점막 텍스처(texture)를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 생성하는 단계를 포함하되, 상기 점막 텍스처 생성 모델은 상기 입력 영상을 복수의 텍스처 패치로 분할한 후 분할된 텍스처 패치들간의 공백 영역을 인페인팅하거나, 상기 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 아웃페인팅하는 형태로 채워 상기 출력 텍스처 영상을 생성하도록 구축된 것이다.

발명의 효과

- [0011] 기술한 본원의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 가상 내시경 시뮬레이터에 표시되는 장기의 각 점막을 보다 실감있게 묘사하여, 몰입감을 향상시킬 수 있다. 특히, 영상이 병합되는 경계면에서 발생하는 타일링 현상을 최소화할 수 있다. 또한, 해부학적 위치에 맞게 최적화된 생성 모델을 이용하여, 장기의 각 위치별로 최적의 텍스처를 표시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 점막 텍스처 생성 장치의 구성을 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장기의 점막 텍스처 생성 과정을 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 장기의 텍스처 패치 데이터의 일 예를 도시한 것이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 장기별 점막 텍스처 생성 과정을 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 장기별 점막 텍스처 생성 과정에서 보간을 적용한 과정을 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 점막 텍스처 생성 장치에 의한 결과 데이터를 도시한 것이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 GAN에 기반 점막 텍스처 생성 모델의 구축 과정을 도시한 것이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 확산 모델에 기반 점막 텍스처 생성 모델의 구축 과정을 도시한 것이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 점막 텍스처 생성 장치의 점막 텍스처 생성 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 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.
- [0014] 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"되어 있는 경우도 포함한다.

- [0015] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 “상에” 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0016] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 점막 텍스처 생성 장치의 구성을 도시한 것이다.
- [0018] 점막 텍스처 생성 장치(100)는 프로세서(110)와 메모리(120)를 포함하고, 통신 모듈(130)과 데이터베이스(140)를 더 포함할 수 있다. 또한, 점막 텍스처 생성 장치(100)는 점막 텍스처 생성에 필요한 각종 학습 데이터 또는 점막 텍스처 생성의 대상이 되는 입력 영상을 전송하는 외부 컴퓨팅 장치 또는 가상 내시경 시뮬레이터와 연결될 수 있다. 점막 텍스처 생성 장치(100)는 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력하고, 입력 영상에 대한 점막 텍스처를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 출력한다.
- [0019] 메모리(120)는 점막 텍스처 생성 프로그램이 기록된다. 점막 텍스처 생성 프로그램은, 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력하면, 입력 영상의 점막 텍스처를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 생성하는 것이다. 점막 텍스처 생성 모델은 입력 영상을 복수의 텍스처 패치로 분할한 후 분할된 텍스처 패치들 간의 공백 영역을 인페인팅하거나, 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 아웃페인팅하는 형태로 채워 출력 텍스처 영상을 생성하도록 구축된 것이다. 이때, 점막 텍스처 생성 모델은 예를 들면, 마스크 인식 트랜스포머에 기반하여 구축된 것일 수 있다.
- [0020] 또한, 메모리(120)는 프로세서(110)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행한다. 여기서, 메모리(120)는 휘발성 저장 매체(volatile storage media) 또는 비휘발성 저장 매체(non-volatile storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0021] 프로세서(110)는 메모리(120)에 저장된 점막 텍스처 생성 프로그램을 실행한다. 또한, 프로세서(110)는 점막 텍스처 생성 장치(100)의 운영을 위한 각종 제어 동작을 수행한다. 또한, 프로세서(110)는 점막 텍스처 생성 프로그램을 실행함에 따라 필요한 파일 시스템, 메모리 할당, 네트워크, 기본 라이브러리, 타이머, 디바이스 제어(디스플레이, 미디어, 입력장치, 3D 등), 기타 유틸리티 등의 하드웨어 제어 기능을 수행할 수 있다.
- [0022] 한편, 프로세서(110)는, 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array), 그래픽 처리 장치(GPU: graphics processing unit) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0023] 통신 모듈(130)은 외부 컴퓨팅 장치 또는 휴대용 사용자 단말등과 여러 종류의 데이터를 송수신하게 하는 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다. 통신모듈(130)은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치일 수 있다.
- [0024] 데이터베이스(140)는 점막 텍스처 생성 프로그램의 실행을 위해 필요한 각종 데이터를 관리할 수 있다. 특히, 점막 텍스처 생성 프로그램의 구축에 필요한 각종 영상 데이터나 학습 데이터 등을 저장할 수 있다.
- [0025] 이제, 점막 텍스처 생성 프로그램의 상세 구성을 살펴보기로 한다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치의 점막 텍스처 생성 과정을 도시한 것이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 장치의 텍스처 패치 데이터의 일 예를 도시한 것이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치별 점막 텍스처 생성 과정을 도시한 것이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치별 점막 텍스처 생성 과정에서 보간을 적용한 과정을 도시한 것이다.
- [0027] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 점막 텍스처 생성 모델(220)을 기반으로 장치의 텍스처 데이터를 생성한다. 이때, 점막 텍스처 생성 모델(220)은 장기 표면의 질감이나 색상, 혈관등의 연결 상태 등을 재현하도록 학습된다. 한편, 장치의 굴곡과 같은 형상 등은 3차원 모델등을 통해 별도로 생성되고, 3차원 모델에 점막 텍스처 생성부(220)이 생성한 장기 텍스처 데이터가 겹쳐져서 최종적인 출력 영상이 생성될 수 있다. 일반적인 점막 생성 모델에서 출력된 텍스처 데이터의 경우, 블록 단위 영상이 접합되는 경계가 일직선으로 표시되는 타일링(tiling) 현상이 발생하는 문제점이 있다. 본 발명에서는 인페인팅이나, 아웃페인팅을 수행하는 점막 텍스처 생성 모델(200)을 통해, 단위 영상이 반복되는 접합면에서, 장기 표면의 질감이나 색상, 혈관등의 연결 상태가 단절되지 않고, 연속적으로 연결된 상태로 출력되도록 하여 타일링 현상을 최소화하여, 몰입감을

향상시킨다.

- [0028] 점막 텍스처 생성 모델(220)의 학습에 사용되는 학습 네트워크로는 종래의 마스크 인식 트랜스포머(Wenbo Li, Zhe Lin, Kun Zhou, Lu Qi, Yi Wang, and Jiaya Jia. Mat: Mask-aware transformer for large hole image inpainting. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition, pages 10758-10768, 2022.)를 사용할 수 있다. 점막 텍스처 생성 모델(220)은 이미지 토큰을 위해 설계된 컨볼루션 헤드, 다중 헤드 상황별 집중(multi-head contextual attention) 모듈과 윈도우 이동을 통해 정보를 추출하는 트랜스포머로 구성될 수 있다. 마스크 인식 트랜스포머는 인페인팅(inpainting) 방식 또는 아웃페인팅(outpainting) 방식에 따라 입력 영상에 훼손되거나 빈 영역이 존재할 경우 이 영역을 자연스럽게 채워 영상을 복원해내는 기능을 수행할 수 있다. 마스크 인식 트랜스포머는 종래 기술에 해당하므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하도록 한다. 본 발명에서는 마스크 인식 트랜스포머를 기반으로 점막 텍스처 생성 모델(220)을 구축한다.
- [0029] 이를 위해, 도 3에 도시된 바와 같이, 각 장기에 대한 텍스처 패치 데이터를 준비한다. 보다 구체적으로 살펴보면, 기존에 확보된 각 장기의 내시경 영상 시퀀스로부터 질감 또는 텍스처(texture) 패치 데이터를 획득한다. 예를 들면, Endomaper 데이터 세트와 같은 공개 데이터를 활용할 수 있는데, 이는 대장에 대한 내시경 검사 기록 96개를 포함하며, 각 영상이 촬영된 해부학적 영역에 대한 주석 데이터를 포함한다. 패치 데이터의 일관된 영상 품질을 유지하기 위해, '스크리닝(screening)' 시퀀스만을 사용할 수 있다. 예를 들어, 질환이 없는 정상인을 대상으로 촬영한 내시경 영상을 이용하여 정상 상태의 점막 데이터를 획득하도록 한다.
- [0030] 한편, 도 3에 도시된 바와 같이, 단일 영상 프레임(200)에서 중앙 부분을 잘라내고, 이를 다시 4개 부분으로 나누는 방법으로 4개의 텍스처 패치(212)를 추출할 수 있는데, 이는 예시적인 것으로서, 다른 형태로도 변형될 수 있다.
- [0031] 이와 같이, 입력 영상을 기초로 마련된 복수의 텍스처 패치(212)를 점막 텍스처 생성 모델(220)에 입력하면, 장기의 텍스처 생성 모델(220)은 복수의 텍스처 패치(212)를 미리 설정된 크기의 영상 프레임의 각 모서리에 배치하고, 인페인팅 방식에 따라 본래 텍스처 패치(212) 보다 2배 또는 4 배 등으로 크기가 확장된 장기의 텍스처 영상을 생성한다. 도시된 바와 같이, 복수의 텍스처 패치(212)가 사각 프레임의 모서리에 배치되고, 남은 공백 영역은 마스크 인식 트랜스포머에 의한 인페인팅을 통해 채워지게 되어, 새로운 제 1 텍스처 영상(230)이 생성된다. 또한, 제 1 텍스처 영상(230)을 다시 4개로 분할하고, 이를 다시 점막 텍스처 생성 모델(220)에 입력하는 동작을 반복하여, 텍스처 영상(230)의 크기가 확장된 제 2 텍스처 영상(240)이 생성될 수 있다. 한편, 점막 텍스처 생성 모델(220)은 아웃 페인팅 기법을 이용하여 제 1 텍스처 영상(230)으로부터 제 2 텍스처 영상(240)을 생성하는 것도 가능하다. 즉, 제 1 텍스처 영상(230)을 사각 프레임의 모서리가 아닌, 중앙 부분에 배치하고, 아웃 페인팅을 통해 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 채워 텍스처 영상(230)의 크기가 확장된 제 2 텍스처 영상(240)이 생성될 수 있다.
- [0032] 또한, 점막 텍스처 생성 모델(220)은 생산적 적대 신경망(GAN: Generative Adversarial Networks)을 기반으로 구축될 수도 있다. GAN은 데이터셋의 분포를 기반으로 분포안에서 영상을 샘플링하고, 생성하는 인공지능 모델로서, 이를 이용하여 텍스처 패치가 입력될 때, 이에 대하여 인페인팅 또는 아웃페인팅을 수행하는 형태로 출력 텍스처 영상을 생성하도록 학습 모델을 구축할 수 있다. 도 7은 GAN에 기반한 점막 텍스처 생성 모델(220)을 예시적으로 도시한 것으로, 학습 데이터 분포를 포착하는 생성 네트워크(G(Z))와 생성된 데이터와 훈련 데이터를 구별하려는 판별 네트워크(D(X))를 동시에 학습함으로써, 사람마저 속일 수 있는 점막 영상을 생성하도록 학습될 수 있다. 생성 네트워크는 텍스처 패치들 주변의 공백 영역 주변의 정보를 이용해 누락된 부분이 어떻게 생겼을지를 예측하고, 그에 맞는 이미지를 생성하도록 학습된다. 그리고, 이렇게 생성한 출력 텍스처 영상을 판별 네트워크가 실제 이미지들과 비교하도록 학습되며, 생성된 출력 텍스처 영상이 실제 점막 영상과 얼마나 유사한지 평가한다. 생성 네트워크와 판별 네트워크는 서로 경쟁하며 학습되며, 이 과정을 통해 생성 네트워크는 누락된 영역을 자연스럽게 채울 수 있게 된다.
- [0033] 또한, 점막 텍스처 생성 모델(220)은 확산 모델(diffusion model)을 기반으로 구축될 수 있다. 확산 모델은 노이즈신호에 대해서 반복적인 잡음 제거(denoising) 과정을 바탕으로 표준 가우시안 분포의 데이터를 학습된 분포의 이미지로 변환한다. 이때, 데이터셋에 포함된 영상은 점막 영상이 된다. 도 8은 확산 모델에 기반한 점막 텍스처 생성 모델(220)을 예시적으로 도시한 것으로, 각 영상 프레임 별로, 절반은 노이즈를 배치하고, 나머지 절반에는 점막 텍스처 패치를 배치했을때, 해당 영상에 대해 잡음 제거 과정을 반복적으로 수행해가면서, 자연스럽게 나머지 절반이 인페인팅 되는 결과를 확인할 수 있다.

- [0034] 다음으로, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 점막 텍스처 생성 모델(200)은 대상 장기의 각 위치별로 각 장기의 해부학적 영역에 맞는 텍스처를 출력하도록 학습된다. 예를 들면, 도시된 바와 같이, 대장은 맹장(cecum), 직장(rectum), 상행결장(ascending colon), 횡행 결장(transverse colon), 하행 결장(descending colon), 구불 결장(sigmoid colon) 등으로 구분될 수 있다. 본 발명에서는 각 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 점막 텍스처 생성 모델(200)을 생성하고, 점막 텍스처 생성 모델(200)이 대상 장기의 해부학적 영역에 해당하는 텍스처 영상을 각각 생성하도록 한다.
- [0035] 이를 위해, 점막 텍스처 생성 모델(200)이 각 해부학적 영역의 개수만큼의 서브 생성 모델을 개별적으로 학습시킬 수 있다. 또는, 서브 생성 모델을 별도로 구축하지 않고, 점막 텍스처 생성 모델(200)이 대상 장기의 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 기초로 해당 해부학적 영역에 대한 텍스처 영상을 각각 생성하도록 학습될 수 있다. 도시된 바와 같이, 각 해부학적 영역을 대표하는 영역의 영상은 그 형상이 다를뿐만 아니라, 색상이나 표면 질감이 달라지므로, 각 해부학적 영역별로 서로 구분되는 텍스처 영상을 생성하도록 한다.
- [0036] 만약, 대상 장기가 달라지는 경우에는 각 장기별로 구분되는 형태로 점막 텍스처 생성 모델(200)을 구축하도록 한다.
- [0037] 한편, 본 발명의 가상 내시경 시뮬레이터에서는 사용자의 조작에 따라 디스플레이를 통해 출력되는 대상 장기에서의 위치가 달라지도록 하는데, 이때, 위치가 달라지는 것이 부드럽게 출력될 수 있도록, 각각의 위치를 연결하는 여러 영상들이 모델링되도록 한다. 특히, 서로 다른 해부학적 영역 사이를 이동하는 경우, 각 해부학적 영역별로 텍스처의 차이가 클 가능성이 높아, 이를 개선하기 위한 구성이 필요하다.
- [0038] 이에, 본 발명에서는 공간적으로 이격된 서로 다른 텍스처 영상 또는 공간적으로 이격된 서로 다른 해부학적 영역에 대한 텍스처 영상을 보간(interpolation)하여, 공백 영역에 대한 보간 텍스처 영상을 생성하도록 한다. 해부학적 영역은 동일하지만 영역이 서로 다른 텍스처 영상이나, 해부학적 영역이 서로 다른 텍스처 영상에 대하여 각각 보간 방법이 적용될 수 있다.
- [0039] 이와 같은 보간 방법으로는 다음과 같이 세 가지 방법이 사용될 수 있다.
- [0040] 첫번째 보간 방법은, 수학적식에 기반한 보간 모델을 이용하여 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상을 보간하는 방법이다.
- [0041] 앞서 설명한 바와 같이 점막 텍스처 생성 모델(200)이 대상 장기의 해부학적 영역별로 서로 다른 텍스처를 생성하도록 구축된 상태에서, 서로 다른 텍스처 영상을 보간하는 형태로 사용될 수 있다. 이때, 보간 모델은 선형 보간을 수행하는 수학적식 또는 비선형 보간을 수행하는 수학적식의 형태로 구현될 수 있다.
- [0042] 두번째 보간 방법은, 점막 텍스처 생성 모델(200)이 대상 장기의 해부학적 영역별로 서브 생성 모델을 개별적으로 학습하는 경우, 각 서브 생성 모델의 중간 영역의 텍스처를 생성하는 별도의 보간 모델을 적용하는 방법이다.
- [0043] 세번째 보간 방법은, 점막 텍스처 생성 모델(200)의 생성 과정에서 다양한 학습 데이터를 제공하여 학습 모델을 구축하여, 점막 텍스처 생성 모델(200)이 보간된 영상을 출력하도록 학습하는 것이다. 즉, 대상 장기의 해부학적 영역별로 구분되는 텍스처 영상을 이용하여 각 해부학적 영역에 대응하는 텍스처 영상을 출력하도록 점막 텍스처 생성 모델(200)을 학습시킬 뿐만 아니라, 해부학적 영역별로 구분되는 서로 다른 텍스처 영상(214, 216)을 함께 입력하고, 점막 텍스처 생성 모델(200)이 자체적으로 보간을 수행하여 보간 텍스처 영상을 생성하도록 학습 모델을 구축한다.
- [0044] 도 5는 세번째 보간 방법을 도시한 것으로, 해부학적 영역별로 서로 구분되는 제 1 텍스처 영상(214)과 제 2 텍스처 영상(216)을 점막 텍스처 생성 모델(200)의 학습 과정에 입력시키고, 양 텍스처 영상이 보간된 보간 텍스처 영상이 출력되도록 학습을 진행한다. 예를 들면, 점막 텍스처 생성 모델(200)을 구성하는 마스크 인식 트랜스포머가 제 1 텍스처 영상(214)과 제 2 텍스처 영상(216)의 입력 시에 그 사이의 공백 영역을 인페인팅 또는 아웃페인팅하는 형태로 보간 텍스처 영상을 출력하도록 학습 모델을 구축한다.
- [0045] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 점막 텍스처 생성 장치에 의한 결과 데이터를 도시한 것이다.
- [0046] 상측 열은, 장기의 해부학적 영역 별 점막 텍스처 영상을 출력한 것이고, 하측 열은 3차원 장기 모델에 각 점막 텍스처 영상을 적용한 예를 도시한 것이다. 장기의 각 해부학적 영역 별로 점막 텍스처의 생색이나 질감이 상이해짐을 확인할 수 있다.

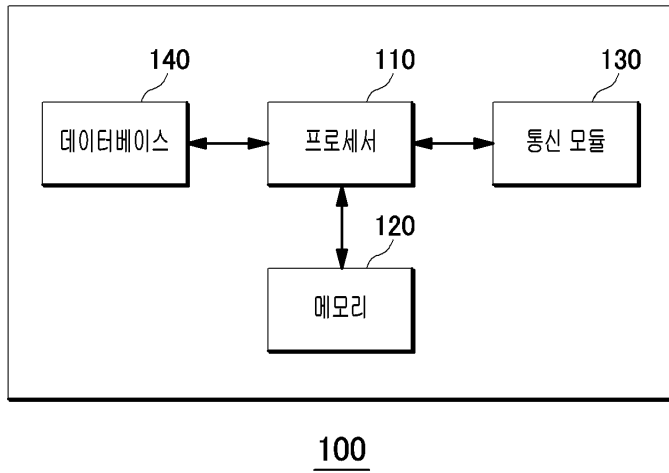
- [0047] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 점막 텍스처 생성 장치의 점막 텍스처 생성 방법을 도시한 순서도이다.
- [0048] 먼저, 점막 텍스처 생성 모델에 입력 영상을 입력한다(S110).
- [0049] 이때, 점막 텍스처 생성 모델은 입력 영상을 복수의 텍스처 패치로 분할한 후 서로 이격되도록 배치하고, 텍스처 패치들간의 공백 영역을 인페인팅을 통해 채우거나, 텍스처 패치들 주변의 공백 영역을 아웃페인팅하는 형태로 채워 출력 텍스처 영상을 생성하도록 구축된 것이다.
- [0050] 그리고, 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 생성하는 복수의 서브 생성 모델을 포함하도록 생성된 것일 수 있다. 이와 달리, 점막 텍스처 생성 모델은 대상 장기의 서로 구분되는 해부학적 영역을 대표하는 학습 데이터를 이용하여 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 각각 생성하도록 학습된 것일 수 있다.
- [0051] 다음으로, 점막 텍스처 생성 모델이 입력 영상의 점막 텍스처를 확장시킨 출력 텍스처 영상을 생성한다(S120).
- [0052] 한편, 상기 단계(S110) 이후, 공간적으로 서로 이격된 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상 또는 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상의 사이를 연결하는 보간 텍스처 영상을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0053] 보간 텍스처 영상을 생성하기 위해, 수학적 보간 방법을 적용할 수 있다.
- [0054] 또는, 앞서 점막 텍스처 생성 모델이 각 해부학적 영역의 점막 텍스처를 생성하는 복수의 서브 생성 모델을 포함하는 경우, 점막 텍스처 생성 프로그램은 각 서브 생성 모델을 통해 생성되고, 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상의 사이를 연결하는 보간 텍스처 영상을 생성할 수 있다.
- [0055] 또한, 점막 텍스처 생성 모델은, 해부학적 영역이 서로 다른 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상이 입력되도록 하고, 제 1 텍스처 영상과 제 2 텍스처 영상 사이의 공백 영역에 대한 보간 텍스처 영상을 출력하도록 학습된 것이고, 보간 시에는 점막 텍스처 생성 모델을 통해 보간 텍스처 영상을 직접 출력하도록 할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [0057] 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.
- [0058] 진술한 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.
- [0059] 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

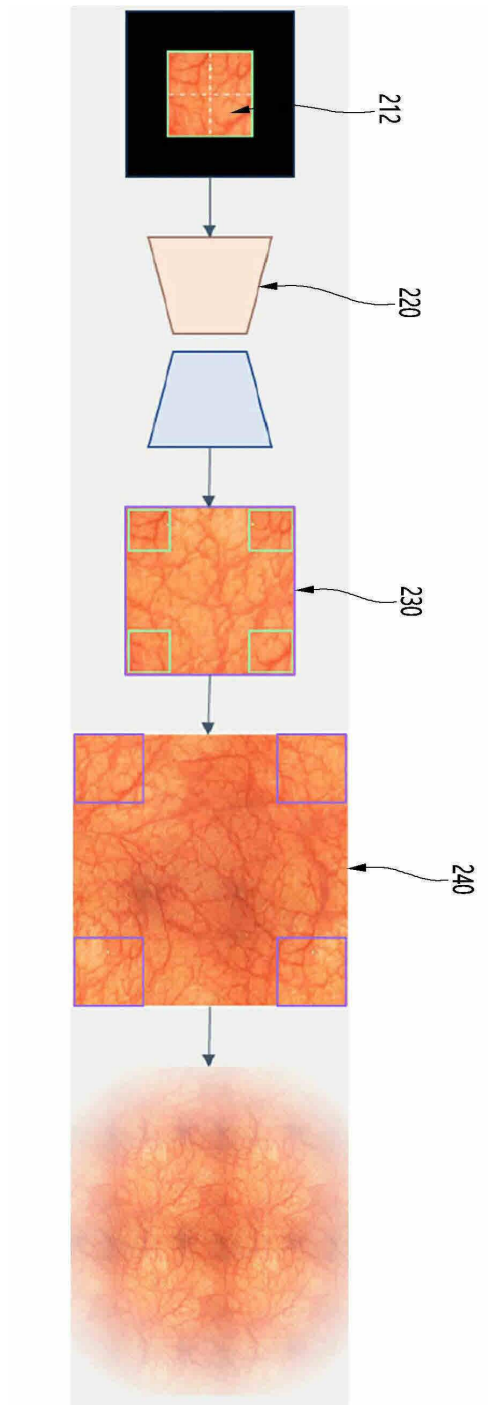
- [0060] 100: 점막 텍스처 생성 장치
- 110: 프로세서
- 120: 메모리
- 130: 통신 모듈
- 140: 데이터베이스

도면

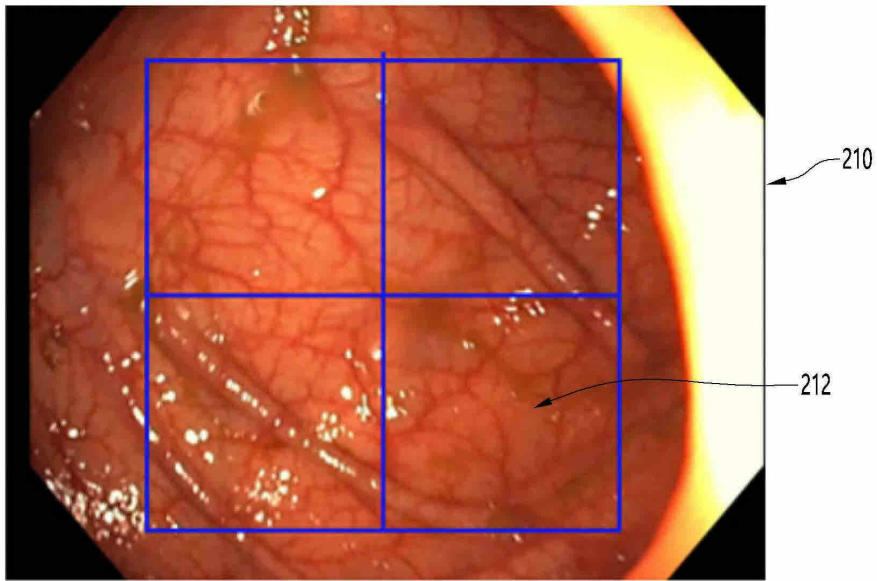
도면1



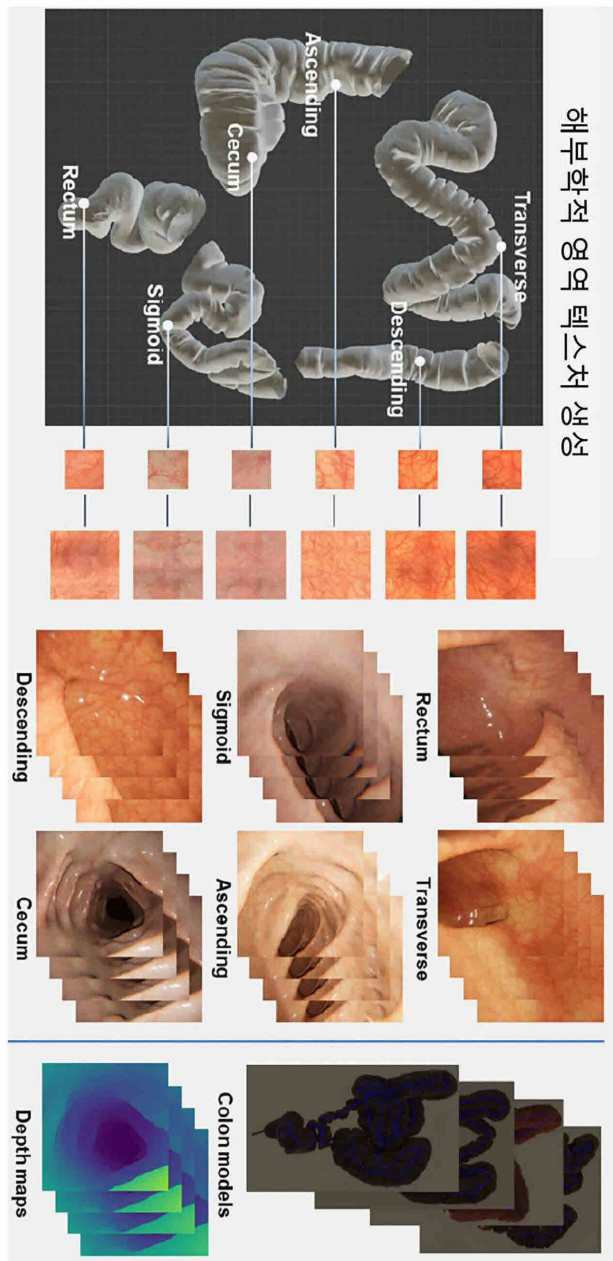
도면2



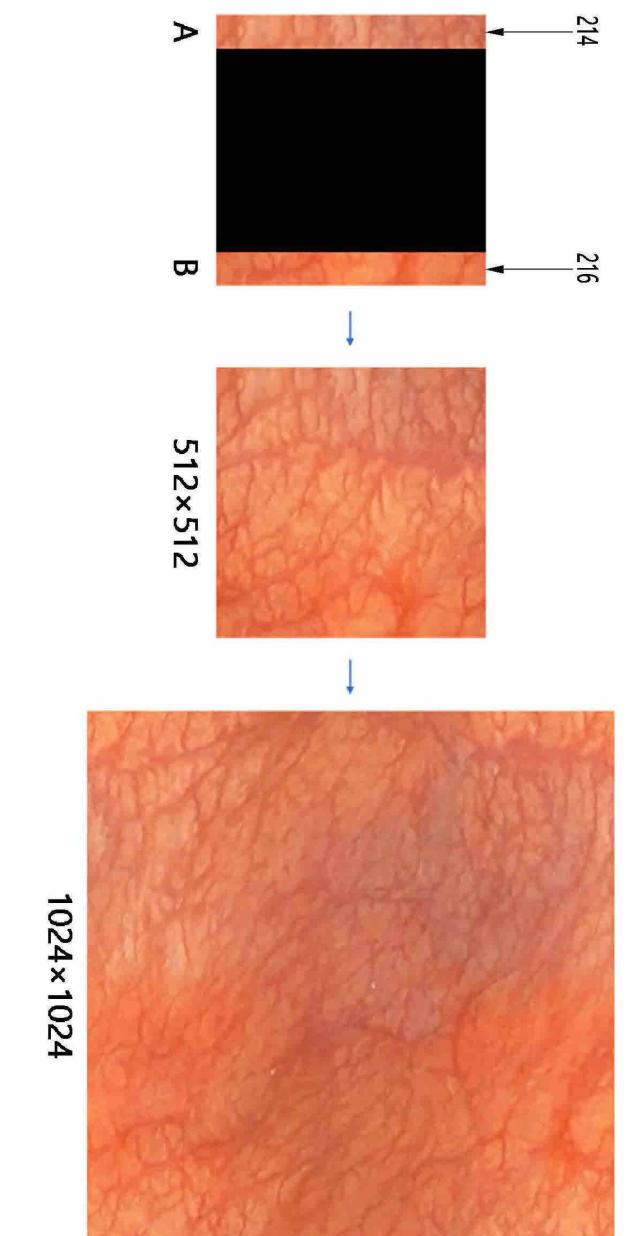
도면3



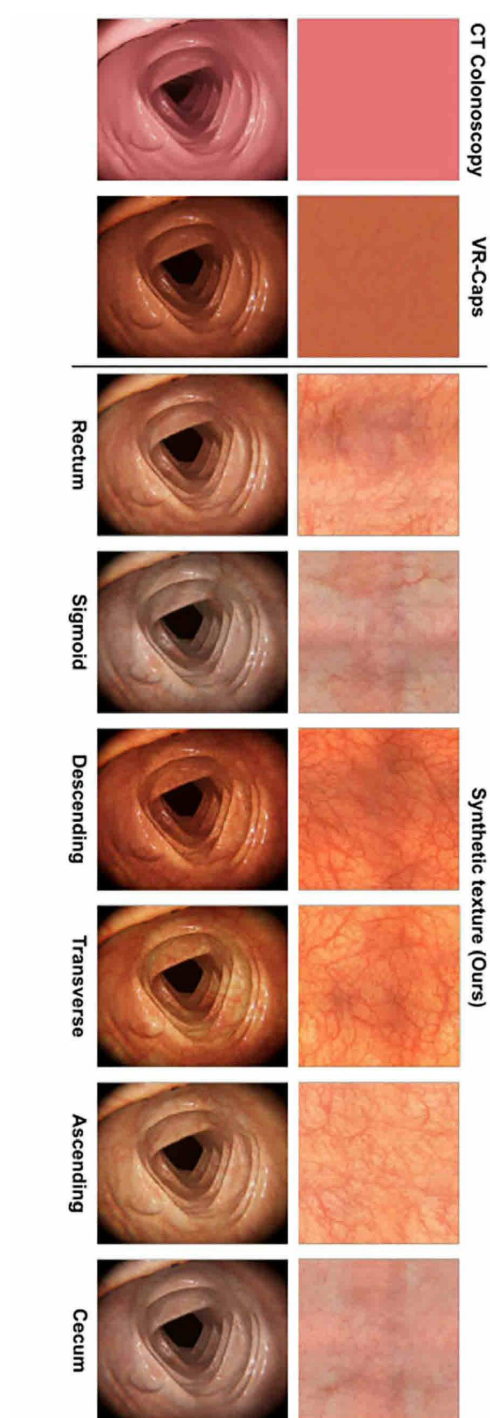
도면4



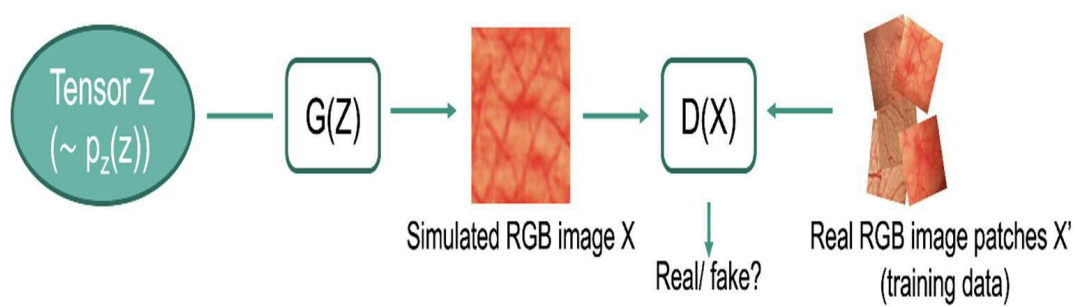
도면5



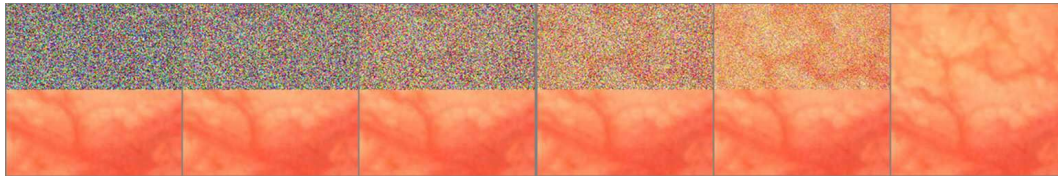
도면6



도면7



도면8



도면9

