



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월09일

(11) 등록번호 10-2275760

(24) 등록일자 2021년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/30 (2018.01) G06T 5/20 (2006.01)

G16H 50/50 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/30 (2018.01)

G06T 5/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0079298

(22) 출원일자 2018년07월09일

심사청구일자 2018년07월09일

(65) 공개번호 10-2020-0005831

(43) 공개일자 2020년01월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020180040287 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

주식회사 셀바스에이아이

서울특별시 금천구 가산디지털1로 19, 20층(가산동, 대륭테크노타운18차)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김지현

서울특별시 강남구 인주로 211, 내과학교실(도곡동, 강남세브란스병원)

금지수

경기도 용인시 기흥구 고매로43번길 32-2, 102동 302호(공세동, 불곡마을벽산블루밍)

조준익

경기도 구리시 수택천로 60, 102동 1603호(수택동)

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 13 항

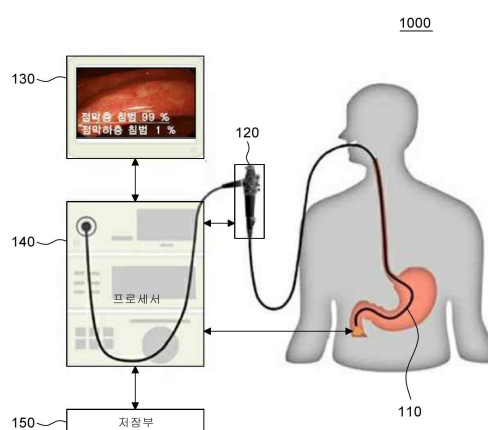
심사관 : 김미미

(54) 발명의 명칭 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 디바이스

(57) 요약

본 발명은, 위암 의심 개체에 대하여 위 내시경 영상을 수신하는 단계, 위 내시경 영상을 기초로 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 위암 의심 개체에 대한 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계, 및 예측 결과를 제공하는 단계를 포함하는, 조기 위암 예측 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G16H 30/20 (2018.01)

G16H 50/50 (2018.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110052361 A*

KR101708726 B1*

US20170200266 A1*

Sabina Beg 외 11인, "Quality standards in upper gastrointestinal endoscopy: a position statement of the British Society of Gastroenterology ~". BMJ Publishing Group Ltd, pp.1-15, 2017.08.18. 공개 1부.*

Toshiaki Hirasawa외 10인. "Application of artificial intelligence using a convolutional neural network for detecting gastric cancer in endoscopic images". Gastric Cancer, pp.653-660, 2018.01.15. 공개 1부.*

KR1020160035888 A

KR1020140070081 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서 및 수신부를 포함하는 조기 위암의 예측용 디바이스에 의해 수행되는 조기 위암의 예측 방법에 관한 것으로,

상기 수신부를 통해, 위암 의심 개체에 대하여 위 내시경 영상을 수신하는 단계;

상기 프로세서를 통해, 상기 위 내시경 영상을 기초로 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 상기 위암 의심 개체에 대한 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계, 및

예측 결과를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 조기 위암 예측 모델은,

상기 위 내시경 영상에 기초하여 점막층(mucosal) 침범 조기 위암 또는 점막하층(submucosal) 침범 조기 위암을 예측하도록 더 구성되고,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 조기 위암 예측 모델을 이용하여 상기 위암 의심 개체에 대하여 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암 및 정상으로 구성된 그룹 중 적어도 하나의 병태를 예측하는 단계를 포함하고,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 상기 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하는 단계를 더 포함하고,

상기 제공하는 단계는,

상기 병변 의심 영역 예측 모델에 의해, 상기 위 내시경 영상 내에서 상기 조기 위암의 병변 의심 영역이 예측될 경우, 상기 예측된 병변 의심 영역을 제공하는 단계를 더 포함하고,

상기 병변 의심 영역 예측 모델은,

상기 위 내시경 영상 내에서, 미리 결정된 랜드마크를 예측하도록 더 구성되고,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 상기 위 내시경 영상 내에서 상기 랜드마크를 예측하는 단계, 및

상기 랜드마크를 기초로 상기 병변 의심 영역의 위치를 예측하는 단계를 더 포함하고,

상기 제공하는 단계는,

예측된 상기 병변 의심 영역의 위치를 제공하는 단계를 더 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 조기 위암 예측모델을 이용하여 상기 위암 의심 개체에 대하여 상기 점막층 침범

조기 위암인 확률, 상기 점막하층 침범 조기 위암인 확률 및 상기 정상인 확률을 각각 산출하는 단계, 및
산출된 상기 위암 의심 개체에 대한 확률을 기초로 상기 위암 의심 개체에 대하여 그룹 중 적어도 하나의 병태
를 결정하는 단계를 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 상기 위 내시경 영상 내에서의 특정 영역에
대하여 병변 영역일 확률 또는, 정상인 확률을 산출하는 단계,

상기 특정 영역에 대하여 상기 병변 영역일 확률이 미리 결정된 수준 이상일 경우, 상기 특정 영역을 병변 의심
영역으로 결정하는 단계를 더 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 병변 의심 영역 예측 모델은,

상기 위 내시경 영상 내에서 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 또는 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을
예측하도록 더 구성되고,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 병변 의심 영역 예측 모델에 의해 상기 병변 의심 영역이 결정될 경우,

상기 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 상기 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역
일 확률 및 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역일 확률을 각각 산출하는 단계, 및

산출된 상기 병변 의심 영역에 대한 확률을 기초로 상기 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암 또는
점막하층 침범 조기 위암의 병태를 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 제공하는 단계는,

결정된 상기 병변 의심 영역에 대한 병태를 제공하는 단계를 더 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 위 내시경 영상을 수신하는 단계는,

상기 수신부를 통해, 상기 위암 의심 개체에 대한 복수개의 위 내시경 영상을 수신하는 단계를 포함하고,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 상
기 랜드마크를 예측하는 단계, 및

상기 랜드마크를 기초로 상기 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 상기 병변 의심 영역의 위치를 예측하는
단계를 더 포함하고,

상기 제공하는 단계는,

상기 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 예측된 상기 병변 의심 영역의 위치를 제공하는 단계를 더 포함하는, 조기 위암 예측 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 프로세서를 통해, 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역을 포함하는 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상, 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 포함하는 점막하층 침범 내시경 영상 및 정상 개체에 대한 정상 위 내시경 영상으로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나의 학습용 위 내시경 영상을 기초로, 상기 학습용 위 내시경 영상에 대하여 조기 위암 발병 여부를 예측하도록, 상기 조기 위암 예측 모델을 학습하는 단계를 더 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 학습하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 학습용 위 내시경 영상의 픽셀을 미리 결정된 수준으로 표준화 (normalization) 하는 단계;

상기 학습용 위 내시경 영상 중 상기 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상 및 상기 점막하층 침범 조기 위암 내시경 영상 각각에 대하여 상기 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 및 상기 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 마스킹하는 단계;

상기 학습용 위 내시경 영상 중 상기 정상 위 내시경 영상에 대하여, 상기 병변 영역과 상이한 미리 결정된 랜드마크를 제외한 배경 영역을 마스킹하는 단계, 및

마스킹된 병변 영역 및 상기 배경 영역을 기초로 상기 조기 위암 예측 모델이, 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암 및 정상으로 구성된 그룹 중 적어도 하나의 병태를 예측하도록 학습하는 단계를 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 표준화하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상 및 상기 점막하층 침범 조기 위암 내시경 영상 각각에 대하여 상기 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 및 상기 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역만을 포함하도록 크로핑(cropping) 하는 단계, 및

크로핑된 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상, 크로핑된 점막하층 침범 조기 위암 내시경 영상, 및 상기 정상 위 내시경 영상의 픽셀을 미리 결정된 수준으로 표준화하는 단계를 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 크로핑하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 및 상기 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역의 비율을 유지하면서 크로핑하는 단계를 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 위 내시경 영상을 수신하는 단계는,

상기 수신부를 통해, 상기 위암 의심 개체에 대한 복수개의 위 내시경 영상을 수신하는 단계를 포함하고,

상기 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는,

상기 프로세서를 통해, 상기 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 상기 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계를 포함하고,

상기 제공하는 단계는,

상기 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대한 예측 결과를 실시간으로 제공하는 단계를 포함하는, 조기 위암의 예측 방법.

청구항 14

위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상을 획득하도록 구성된 내시경 영상 촬영부, 및

상기 내시경 영상 촬영부와 동작 가능하게 연결된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 위 내시경 영상을 기초로 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 상기 위암 의심 개체에 대한 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성되고,

상기 조기 위암 예측 모델은,

상기 위 내시경 영상에 기초하여 점막층 침범 조기 위암 또는 점막하층 침범 조기 위암을 예측하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 상기 위암 의심 개체에 대하여 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암 및 정상으로 구성된 그룹 중 적어도 하나의 병태를 예측하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 상기 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하도록 더 구성되고,

상기 병변 의심 영역 예측 모델은,

상기 위 내시경 영상 내에서, 미리 결정된 랜드마크를 예측하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 상기 위 내시경 영상 내에서 상기 랜드마크를 예측하고, 상기 랜드마크를 기초로 상기 병변 의심 영역의 위치를 예측하도록 더 구성된, 조기 위암 예측용 디바이스.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 병변 의심 영역 예측 모델은,

상기 위 내시경 영상 내에서 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 또는 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 예측하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 병변 의심 영역 예측 모델에 의해 상기 병변 의심 영역이 결정될 경우,

상기 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 상기 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역일 확률 및 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역일 확률을 각각 산출하고, 산출된 상기 병변 의심 영역에 대한 확률을 기초로 상기 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암 또는 점막하층 침범 조기 위암의 병태를 결정하도록 더 구성된, 조기 위암 예측용 디바이스.

청구항 18

삭제

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 병변 의심 영역에 대하여 치료용 레이저를 조사하도록 구성된, 레이저 조사부를 더 포함하는, 조기 위암 예측용 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에 관한 것으로, 보다 구체적으로 위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상을 기초로 조기 위암의 발병 여부를 예측하고, 종양의 침범 정도를 예측하도록 구성된, 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 위에 생기는 악성 종양에는 위선암(gastric adenocarcinoma), 악성림프종(gastric lymphoma), 간질성 종양(gastrointestinal stromal tumor)등 여러 종류가 있으나 이 중 위선암이 가장 흔하다.

[0003] 한편, 위암은 종양의 진행 정도에 따라, 조기 위암(early gastric cancer, EGC) 과 진행성 위암(advanced gastric cancer, AGC)으로 분류할 수 있다. 보다 구체적으로, 조기 위암은 림프절로의 전이 유무에 관계 없이, 종양 세포가 위의 점막층 또는 점막 하층까지 침범한 정도의 병태를 의미할 수 있다. 진행성 위암은 종양 세포가 점막하층을 지나 근육층 이상을 뚫고 침범됨에 따른 주변 장기로의 침습이 가능한 정도의 병태를 의미할 수 있다. 이때, 조기 위암 및 진행성 위암은 치료를 위해 적용되는 치료법이 상이할 수 있다. 예를 들어, 조기 위암의 경우, 내시경적 점막절제술(endoscopic mucosal resection, EMR), 내시경적 점막하박리술(endoscopic submucosal dissection, ESD) 및 국소적 근치술과 같은 비교적 간단한 시술 방법이 적용될 수 있고, 진행성 위암의 경우 조기 위암의 국소 치료법과는 대조되는, 림프절 절제와 같은 확대 근치수술과 함께 항암 방사선치료가 적용될 수 있다.

[0004] 이때, 조기 위암 및 진행성 위암은 수행되는 치료 방법뿐만 아니라, 치료 예후, 나아가 재발률에 있어서도 상이할 수 있다. 예를 들어, 조기 위암 단계에서 치료가 수행되었을 때, 상대적으로 치료 예후가 좋을 수 있고, 재발률 또한 낮을 수 있다. 이에, 조기 단계에서의 위암 진단의 중요성은 지속적으로 높아지고 있다.

[0005] 조기 위암의 진단 방법으로는 위 내시경 검사가 가장 빈번하게 이용되고 있으나, 조기 위암의 경우 병소 부위가 매우 작게 존재하거나 정상 조직과의 구별이 어려울 수 있어 정확도가 떨어질 수 있다.

[0006] 의료 사고의 예방 및 의료 서비스의 향상 등을 위하여 진단의 정확성이 더욱 요구되고 있음에 따라, 조기 위암의 진단, 특히 내시경을 이용한 진단에 있어서 새로운 진단 방법의 개발이 지속적으로 요구되고 있는 실정이다.

[0007] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 한편, 위암에 대한 새로운 진단 방법으로, 위암과 연관된 바이오마커의 수준에 기초한 분자생물학적 진단 방법이 제안되었다. 그러나, 분자생물학적 진단 방법은, 위암 의심 개체에 대한 위암의 발병 여부는 진단할 수 있

으나, 생물학적 특성이 상이한 위암을 정확하게 구분하고 진단하는 것에 한계를 가지고 있다.

- [0009] 본 발명의 발명자들은, 위암의 진단 특히 조기 위암의 정확도 높은 진단과 관련하여, 조기위암 내에서도 침범 깊이에 따라 치료법이 다르며, 같은 종양 단계(tumor stage)에 있다고 하더라도 재발 패턴 및 예후는 각각의 환자마다 다를 수 있음에 주목하였다. 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은, 점막층(mucosal) 또는, 점막하층(submucosal) 침범의 조기 위암에 대한 침범 깊이(depth of tumor invasion)를 정확히 예측하는 것이 개인의 상태에 맞춘 정확하고 효과적인 치료법을 제공하고, 나아가 좋은 예후로 이어질 수 있음을 인지하였다. 같은 조기위암이더라도 점막층의 경우에는 위절제와 같은 수술적 처치가 아닌 내시경적 치료만으로도 완치가 가능한 경우가 많다. 따라서, 절제 전 종양세포의 침범 깊이를 정확히 예측하는 것은 위절제가 필요 없는 환자들이 위 절제를 받게 되거나 내시경적 절제를 받은 후 치료가 불완전하여 추가수술을 받게 되는 환자들이 없도록 하는데 있어서 매우 중요한 문제이다.
- [0010] 나아가, 본 발명의 발명자들은 종래의 내시경을 이용한 진단 시스템이 갖는 문제점을 해결하고 조기 위암 진단의 정확도를 높이기 위한 방안으로, 위 내시경 영상의 데이터에 의해 학습된 예측 모델을 이용할 수 있음을 인지할 수 있었다.
- [0011] 그 결과, 본 발명의 발명자들은, 예측 모델을 이용하여 위암 의심 개체의 위 내시경 영상에 대하여 점막층 침범 또는 점막하층 침범의 조기 위암 및 정상과 같은 점막 변화를 확률적으로 예측함에 따라, 조기 위암의 발병 여부와 함께 종양의 침범 깊이에 대한 진단 정보를 제공할 수 있는, 새로운 조기 위암 예측 시스템을 개발하기에 이르렀다.
- [0012] 나아가, 본 발명의 발명자는, 위 내시경 영상 내에서 조기 위암에 대한 병변 의심 영역을 예측하고 미리 결정된 랜드마크를 기초로 병변 의심 영역에 대한 위치를 결정하도록 예측 모델을 트레이닝하였다. 그 결과, 위 내시경 영상 내에서 발견된 병소 부위에 대한 정상 또는 조기 위암 여부를 예측하여 제공하고, 조기 위암일 경우 이의 위치 정보를 제공하도록 구성된, 조기 위암 예측 시스템을 개발할 수 있었다.
- [0013] 이때, 본 발명의 발명자들은, 예측 모델을 이용한 예측에 있어서, 전체 위 내시경 영상 내에서 극히 일부의 영역을 차지하는 병변 의심 영역만을 예측하도록 구성할 경우, 병변 영역이 배경으로 예측되는 가능성이 높다는 것에 주목하였다.
- [0014] 이에, 본 발명의 발명자들은, 위 내시경 영상 내에서 병변 영역만을 포함하도록 크로핑(cropping) 한 학습용 위 내시경 영상을 예측 모델의 학습에 추가적으로 이용하였고, 그 결과 이상의 데이터 불균형에 따른 문제점을 해결할 수 있었다.
- [0015] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 수신된 위 내시경 영상을 기초로 조기 위암 발병 여부, 나아가 조기 위암의 침범 깊이를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 조기 위암 발병 여부를 예측하고 예측 결과를 제공하도록 구성된 조기 위암의 예측 방법을 제공하는 것이다.
- [0016] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하고 예측 결과를 제공하도록 구성된, 조기 위암의 예측 방법을 제공하는 것이다.
- [0017] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 위 내시경 영상 내에서, 미리 결정된 랜드마크를 예측하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 병변 의심 영역의 위치를 예측하고 이를 제공하도록 구성된, 조기 위암의 예측 방법을 제공하는 것이다.
- [0018] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 복수개의 위 내시경 영상을 수신하고, 조기 위암 예측 모델을 이용하여 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 조기 위암 발병 여부를 예측함에 따라, 실시간으로 조기 위암에 대한 진단이 가능한, 조기 위암의 예측 방법을 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 위암 의심 개체에 대한 내시경 영상을 획득하도록 구성된 내시경 영상 촬영부, 및 내시경 영상 촬영부와 동작 가능하게 연결되고 다양한 예측 모델을 이용하도록 구성된 프로세서를 포함하는, 조기 위암 예측용 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0021] 기술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법이 제공된다. 본 방법은, 위암 의심 개체에 대하여 위 내시경 영상을 수신하는 단계, 위 내시경 영상을 기초로 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 위암 의심 개체에 대한 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계, 및 예측 결과를 제공하는 단계를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 특징에 따르면, 조기 위암 예측 모델은 위 내시경 영상에 기초하여 점막층(mucosal) 침범 조기 위암 또는 점막하층(submucosal) 침범 조기 위암을 예측하도록 더 구성될 수 있다. 나아가, 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는, 조기 위암 예측 모델을 이용하여 위암 의심 개체에 대하여 정상과 다르게 위암을 예측하고, 예측된 위암이 점막층 침범 조기 위암인지 점막하층 침범 조기 위암 인지를 예측하는 단계를 포함한다.
- [0023] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는 조기 위암 예측모델을 이용하여, 위암 의심 개체에 대하여 정상과 다르게 위암을 예측한 후 예측된 위암에 대해 점막층 침범 조기 위암인 확률, 점막하층 침범 조기 위암인 확률을 각각 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 위암 발병 여부를 예측하는 단계는 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다. 나아가, 제공하는 단계는 병변 의심 영역 예측 모델에 의해, 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역이 예측될 경우, 예측된 병변 의심 영역을 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 발병 여부를 예측하는 단계는 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 위 내시경 영상 내에서의 특정 영역에 대하여 병변 영역일 확률 또는, 정상인 확률을 산출하는 단계, 특정 영역에 대하여 병변 영역일 확률이 미리 결정된 수준 이상일 경우, 특정 영역을 병변 의심 영역으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 병변 의심 영역 예측 모델은 위 내시경 영상 내에서 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 또는 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 예측하도록 더 구성될 수 있다. 또한, 발병 여부를 예측하는 단계는, 병변 의심 영역 예측 모델에 의해 병변 의심 영역이 결정될 경우, 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역일 확률 및 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역일 확률을 각각 산출하는 단계, 및 산출된 병변 의심 영역에 대한 확률을 기초로 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암 또는 점막하층 침범 조기 위암의 병태를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 나아가, 제공하는 단계는, 결정된 병변 의심 영역에 대한 병태를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 병변 의심 영역 예측 모델은, 위 내시경 영상 내에서 미리 결정된 랜드마크를 예측하도록 더 구성될 수 있다. 또한, 위암 발병 여부를 예측하는 단계는, 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 위 내시경 영상 내에서 상기 랜드마크를 예측하는 단계, 및 랜드마크를 기초로 병변 의심 영역의 위치를 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다. 나아가, 제공하는 단계는, 예측된 병변 의심 영역의 위치를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 위 내시경 영상을 수신하는 단계는 위암 의심 개체에 대한 복수개의 위 내시경 영상을 수신하는 단계를 포함할 수 있고, 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계는, 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 랜드마크를 예측하는 단계, 및 랜드마크를 기초로 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 병변 의심 영역의 위치를 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다. 나아가, 제공하는 단계는, 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 예측된 병변 의심 영역의 위치를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역을 포함하는 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상, 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 포함하는 점막하층 침범 내시경 영상 및 정상 개체에 대한 정상 위 내시경 영상으로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나의 학습용 위 내시경 영상을 기초로, 학습용 위 내시경 영상에 대하여 조기 위암 발병 여부를 예측하도록, 조기 위암 예측 모델을 학습하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 학습하는 단계는, 학습용 위 내시경 영상의 픽셀을 미리 결정된 수준으로 표준화(normalization) 하는 단계, 학습용 위 내시경 영상 중 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상 및 점막하층 침범 조기 위암 내시경 영상 각각에 대하여 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 및 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 마스킹하는 단계, 학습용 위 내시경 영상 중 정상 위 내시경 영상에 대하여, 병변 영역과 상이한 미

리 결정된 랜드마크를 제외한 배경 영역을 마스킹하는 단계, 및 마스킹된 병변 영역 및 배경 영역을 기초로, 조기 위암 예측 모델이 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암 및 정상으로 구성된 그룹 중 적어도 하나의 병태를 예측하도록 학습하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 표준화하는 단계는, 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상 및 점막하층 침범 조기 위암 내시경 영상 각각에 대하여 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 및 상기 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역만을 포함하도록 크로핑(cropping) 하는 단계, 및 크로핑된 점막층 침범 조기 위암 내시경 영상, 크로핑된 점막하층 침범 조기 위암 내시경 영상, 및 정상 위 내시경 영상의 픽셀을 미리 결정된 수준으로 표준화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 크로핑하는 단계는, 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 및 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역의 비율을 유지하면서 크로핑하는 단계를 포함할 수 있다.

[0033] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 위 내시경 영상을 수신하는 단계는, 암 의심 개체에 대한 복수개의 위 내시경 영상을 수신하는 단계를 포함할 수 있고, 위암 발병 여부를 예측하는 단계는, 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대하여 조기 위암 발병 여부를 예측하는 단계를 포함할 수 있다. 나아가, 제공하는 단계는 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대한 예측 결과를 실시간으로 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0034] 진술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 조기 위암의 예측 디바이스가 제공된다. 본 디바이스는, 위암 의심 개체에 대한 내시경 영상을 획득하도록 구성된 내시경 영상 촬영부, 및 내시경 영상 촬영부와 동작 가능하게 연결된 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는 위 내시경 영상을 기초로 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 위암 의심 개체에 대한 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성된다.

[0035] 본 발명의 특징에 따르면, 조기 위암 예측 모델은, 위 내시경 영상에 기초하여 점막층 침범 조기 위암 또는 점막하층 침범 조기 위암을 예측하도록 더 구성될 수 있고, 프로세서는 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 위암 의심 개체에 대하여 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암 및 정상으로 구성된 그룹 중 적어도 하나의 병태를 예측하도록 더 구성될 수 있다.

[0036] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 프로세서는 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 병변 의심 영역을 예측하도록 더 구성될 수 있다.

[0037] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 병변 의심 영역 예측 모델은 위 내시경 영상 내에서 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역 또는 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 예측하도록 더 구성될 수 있다. 나아가, 프로세서는 병변 의심 영역 예측 모델에 의해 병변 의심 영역이 결정될 경우, 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암의 병변 영역일 확률 및 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역일 확률을 각각 산출하고, 산출된 병변 의심 영역에 대한 확률을 기초로 병변 의심 영역에 대하여 점막층 침범 조기 위암 또는 점막하층 침범 조기 위암의 병태를 결정하도록 더 구성될 수 있다.

[0038] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 병변 의심 영역 예측 모델은, 위 내시경 영상 내에서 미리 결정된 랜드마크를 예측하도록 더 구성될 수 있다. 또한, 프로세서는 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여 위 내시경 영상 내에서 랜드마크를 예측하고, 랜드마크를 기초로 병변 의심 영역의 위치를 예측하도록 더 구성될 수 있다.

[0039] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 조기 위암 예측용 디바이스는 병변 의심 영역에 대하여 치료용 레이저를 조사하도록 구성된 레이저 조사부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0040] 본 발명은, 위 내시경 영상에 대하여 조기 위암의 발병 여부 나아가 병태를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용한 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공함으로써, 위암 의심 개체에 대하여 정확한 진단 정보를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0041] 보다 구체적으로, 본 발명은 점막층 침범 또는, 점막하층 침범의 조기 종양에 대한 침범 깊이를 예측한 정보를 제공할 수 있고, 예측 결과에 따라 개인의 상태에 맞춘 정확하고 효과적인 치료법을 제공할 수 있다. 이에, 본 발명은 조기 위암 치료에 대한 좋은 예후를 제공하는 것에 기여할 수 있는 효과가 있다.

- [0042] 또한, 본 발명은, 위 내시경 영상에 존재하는 홀(hole) 부분을 병변 영역으로 예측하는 오류를 줄이도록 학습용 위 내시경 영상을 가공하여 예측 모델의 학습에 이용함에 따라, 조기 위암에 대한 정확도 높은 진단 정보를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0043] 나아가, 본 발명은, 전체 위 내시경 영상 내에서 극히 일부의 영역을 차지하는 병변 영역만을 예측할 경우 발생하는 병변 의심 영역이 배경으로 예측되는 가능성을 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0044] 또한, 본 발명은 미리 결정된 랜드마크를 기초로 예측된 병변 영역에 대한 위치를 결정하도록 구성된 예측 모델을 이용함에 따라, 병소에 대한 위치 정보를 제공할 수 있다. 이에, 의료인은 위치 정보를 기초로 병변 부위를 정확하게 파악할 수 있어, 보다 용이하게 조기 위암의 치료를 수행할 수 있다.
- [0045] 나아가, 본 발명은 랜드마크에 기초하여 병변의 위치를 예측하도록 구성된 예측 모델의 이용에 따라, 위 내시경 영상 내에 나타나는 위 내시경 장치, 잔존 음식물, 출혈 부위가 구별된 진단 결과를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0046] 본 발명은 복수개의 위 내시경 영상을 수신하고, 각각의 위내시경 영상에 대하여 조기 위암의 발병 여부, 나아가 종양의 침습의 깊이를 예측함에 따라, 실시간으로 위 모니터링과 동시에 조기 위암의 예측이 가능한 진단 시스템을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0047] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 디바이스의 구성을 도시한 것이다.
- 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법의 절차를 도시한 것이다.
- 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법에 의한 위 내시경 영상에 대한 조기 위암의 병태 예측의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 3a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법의 절차를 도시한 것이다.
- 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법에 의한 위 내시경 영상에 대한, 병변 의심 영역의 예측 및 조기 위암의 병태 예측의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 4a 내지 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는, 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영역 예측 모델에 대한 학습용 위 내시경 영상 데이터를 도시한 것이다.
- 도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영역 예측 모델을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 5a 내지 5i는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는 조기 위암 예측 모델에 대한 학습 방법 및 출력값 설정에 따른 평가 결과를 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는 병변 의심 영역 예측 모델에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 발명의 이점, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0050] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세

서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우, '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

- [0051] 구성요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0052] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0053] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.
- [0054] 본 명세서에서 사용되는 용어, "조기 위암"은 종양 세포가 위의 점막층 또는 점막 하층까지 침범한 정도의 병태를 의미할 수 있다. 한편, 같은 조기 위암의 종양 단계를 갖더라도, 점막층 침범 또는, 점막하층 침범의 조기 종양에 대한 침범 깊이에 따라 예후, 또는 재발 패턴이 상이할 수 있다. 이에, 조기 종양의 깊이를 예측하는 것은, 개개인의 상태에 맞춘 정확하고 효과적인 치료법을 제공할 수 있다.
- [0055] 본 명세서에서 사용되는 용어, "위 내시경 영상"은 위 내시경 진단 장치와 같은 내시경 디바이스로부터 수신한 위 점막을 포함하는 모든 영상을 의미할 수 있다. 바람직하게, 위 내시경 영상은 RGB 컬러 영상일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 한편, 위 내시경 영상은, 2차원 영상, 3차원 영상, 한 컷의 스틸 영상, 또는 복수개의 컷으로 구성된 동영상일 수 있다. 예를 들어, 위 내시경 영상이 복수개의 컷으로 구성된 동영상일 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법에 따라 복수개의 위 내시경 영상 각각에 대한 조기 위암의 발병 여부가 예측될 수 있다. 그 결과, 본 발명은 내시경 장치로부터의 위 내시경 영상의 수신과 동시에 조기 위암의 예측을 수행함으로써, 실시간으로 예측된 병변 부위에 대한 진단 정보를 제공할 수 있다.
- [0056] 한편, 조기 위암 단계에서, 낭종, 염증 또는 종괴 조직을 포함하는 병변 영역은, 위 내시경 영상 내에서 정상 조직에 비하여 극히 일부의 영역으로 존재할 수 있음에 따라, 사용자의 숙련도에 따라 병소 부위에 대한 진단률이 달라질 수 있다.
- [0057] 이러한 문제를 해결하기 위해, 위 내시경 영상 내에서 조기 위암의 발병 여부, 나아가 병변 의심 영역 및 병태를 예측하도록 학습된 예측 모델이 이용될 수 있다.
- [0058] 본 명세서에서 사용되는 용어, "조기 위암 예측 모델"은 위 내시경 영상에 대하여 조기 위암 또는 정상으로 예측하도록 구성된 모델일 수 있다. 보다 구체적으로, 조기 위암 예측 모델은, 수신한 위 내시경 영상의 RGB의 컬러를 기초로 점막층 침범 또는, 점막하층 침범의 조기 위암에 대한 종양의 침범 깊이를 예측하거나, 정상으로 분류하도록 학습된 예측 모델일 수 있다. 예를 들어, 조기 위암 예측 모델은 위 내시경 검사 또는, 조직 검사에 의해 조기 위암으로 확진된 영역을 포함하는 학습용 위 내시경 영상의 데이터 세트를 이용하여, 위 내시경 영상에 대한 점막층 침범 조기 위암 또는 점막하층 침범 조기 위암 또는, 정상의 병태를 확률적으로 예측하고, 분류하도록 학습된 모델일 수 있다. 나아가, 조기 위암 예측 모델은 위 내시경 영상 내에서 병변 영역만을 포함하도록 크로핑한 학습용 위 내시경 영상을 기초로, 위암의 발병 여부를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다. 이러한 학습 방법에 의해, 조기 위암 예측 모델은, 전체 위 내시경 영상 내에서 극히 일부의 영역을 차지하는 병변 의심 영역만을 예측하도록 구성될 때 나타나는, 병변 영역을 배경으로 예측하는 오류를 줄일 수 있다.
- [0059] 한편, 조기 위암 예측 모델은 입력된 위 내시경 영상에 대하여 조기 위암(점막층 침범 조기 위암 및 점막하층 침범 조기 위암) 또는, 정상의 2 클래스를 분류하도록 구성될 수 있다. 나아가, 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 3 클래스(class)를 분류하도록 구성될 수 있다. 조기 위암 예측 모델은 입력된 위 내시경 영상에 대하여 더 나아가, 조기 위암 예측 모델은 점막층 침범 조기 위암, 또는 점막하층 침범 조기 위암의 2 클래스를 분류하도록 구성될 수 있다.
- [0060] 한편, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 조기 위암 예측 방법에서는, 수신된 위 내시경 영상 내에서, 조기 위암으로 의심되는 병변 의심 영역을 예측하도록 구성된, 병변 의심 영역 예측 모델이 더 이용될 수 있다.
- [0061] 본 명세서에서 사용되는 용어, "병변 의심 영역 예측 모델"은 위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상 내에서 병변 의심 영역의 존재 여부를 예측하고, 예측된 병변 의심 영역에 대한 점막층 침범 또는 점막하층 침범의 종양 침범 깊이를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다. 보다 구체적으로, 병변 의심 영역 예측 모델은 위 내시경 영상 내에서의 특정 영역에 대하여 병변 영역일 확률 또는, 정상인 확률을 산출하고, 특정 영역에 대한 병변 영역일 확률이 미리 결정된 수준 이상일 경우, 특정 영역을 병변 의심 영역으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 특정

영역에 대한 병변 의심 영역일 확률이 60% 이상인 경우(정상일 확률 40%), 상기 특정 영역을 병변 의심 영역으로 결정할 수 있다. 나아가, 병변 의심 영역 예측 모델은, 결정된 병변 의심 영역에 대하여 RGB 컬러를 기초로 점막층 침범 또는, 점막하층 침범의 종양 침범의 깊이를 예측하도록 구성될 수 있다. 더 나아가, 병변 의심 영역 예측 모델은 위 내시경 영상 내에서 미리 결정된 랜드마크를 예측하고, 이를 기초로 병변 의심 영역의 위치를 더 예측하도록 구성된 모델일 수 있다.

[0062] 한편, 병변 의심 영역 예측 모델은, 병변 의심 영역의 예측 및 예측된 병변 의심 영역에 대한 병태의 분류를 동시에 수행할 수 있는 하나의 단일 모델일 수 있고, 병변 의심 영역의 예측 및 병태 분류를 각각 수행할 수 있는 두 개의 예측 모델일 수도 있다.

[0063] 본 명세서에서 사용되는 용어, "병변 의심 영역"은 위 내시경 영상 내에서 종양으로 의심되는 영역을 의미할 수 있다. 예를 들어, 병변 의심 영역은 점막층 침범 종양 조직 또는, 점막하층 침범 종양 조직에 대한 영역일 수 있고, 병변과 유사한 형태를 갖는 정상 조직에 대한 영역일 수 있다. 한편, 병변 의심 영역은 다른 영역에 대하여 상이한 픽셀 값, 질감(texture) 을 가질 수 있다. 이에, 병변 의심 영역 예측 모델은 픽셀 값 또는 질감을 기초로, 병변 의심 영역을 예측할 수 있다.

[0064] 본 명세서에서 사용되는 용어, "미리 결정된 랜드마크"는 병변 의심 영역의 위치를 식별하는 것에 있어서 기준이 될 수 있는 특정 영역 또는, 부위를 의미할 수 있다. 본원 명세서 내에서 미리 결정된 랜드마크는, 내시경 장치가 위의 내부 점막을 관통하며 이동함에 따라, 위 내시경 영상 내에 나타나는 '홀'일 수 있다. 그러나, 랜드마크는 이에 제한되는 것이 아니다.

[0065] 전술한 바와 같이 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 예측 모델들은, 조기 위암의 예측에 있어서 단일로 또는 조합으로 이용될 수 있다.

[0066] 이하에서는 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 디바이스를 설명한다.

[0067] 먼저, 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 디바이스를 구체적으로 설명한다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 디바이스의 구성을 도시한 것이다.

[0068] 도 1을 참조하면, 조기 위암의 예측 디바이스 (100) 는 내시경 영상 촬영부 (110), 입력부 (120), 출력부 (130), 프로세서 (140) 및 저장부 (150) 를 포함한다.

[0069] 구체적으로 내시경 영상 촬영부 (110) 는 위암 의심 개체의 위 점막 에 대한 위 내시경 영상을 촬영하도록 구성될 수 있다. 이때, 내시경 영상 촬영부 (110) 에 의해 획득된 위 내시경 영상은 RGB의 컬러 영상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 한편, 내시경 영상 촬영부 (110) 는 촬영된 위 내시경 영상을 후술할 프로세서 (140) 에 송신하도록 더 구성될 수 있다. 나아가, 내시경 영상 촬영부 (110) 는 외부로부터 위 내시경 영상을 수신할 수 있는 수신부의 기능을 수행할 수도 있다. 한편, 내시경 영상 촬영부 (110) 를 통해 획득된 위 내시경 영상은 '병변 의심 영역'을 포함할 수 있다.

[0070] 입력부 (120) 는 조기 위암의 예측 디바이스 (100) 를 설정하고, 전술한 내시경 영상 촬영부 (110) 의 동작을 지시할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 입력부 (120) 를 통해, 원하는 스틸컷을 획득하도록 내시경 영상 촬영부 (110) 의 동작을 지시할 수 있다. 한편, 입력부 (120) 는 내시경 영상 촬영부 (110) 와 직접적으로 연결되어 조작하도록 레버가 구비된 스틱 형태를 가질 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 키보드, 마우스, 터치 스크린 패널일 수 있다.

[0071] 한편, 출력부 (130) 는 내시경 영상 촬영부 (110) 로부터 획득된 위 내시경 영상을 시각적으로 표시할 수 있다. 나아가, 출력부 (130) 는 프로세서 (140) 에 의해 위 내시경 영상 내에서 결정된 병태, 또는 병변 의심 영역에 대하여 예측된 확률을 포함하는 진단 정보를 표시하도록 구성될 수 있다.

[0072] 프로세서 (140) 는 조기 위암의 예측 디바이스 (100) 에 대하여 정확한 예측 결과를 제공하기 위한 구성 요소일 수 있다. 이때, 조기 위암의 예측을 위해 프로세서 (140) 는 위 내시경 영상에 대하여 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암 또는, 정상으로 병태를 분류하고, 병변 의심 영역을 예측하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서 (140) 는 위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상에 대하여 조기 위암 또는 정상인 병태를 분류하고, 나아가 영상 내에 존재하는 병변 영역을 예측하고 병변 영역에 대한 병태를 분류하도록 구성된 예측 모델을 이용할 수 있다. 이에, 프로세서 (140) 는 내시경 영상 촬영부 (110) 로부터 수신한 위 내시경 영상, 예를 들어 위 내시경 영상의 RGB 컬러를 기초로, 위암 의심 개체에 대한 조기 위암의 진단 정보를 제공할 수 있다. 이때, 조기 위암의 발병 여부를 예측하도록 구성된 예측 모델들은, 영상을 기초로 학습되는 다양한 학습

모델에 기초할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 예측 모델들은 DNN(Deep Neural Network), CNN(Convolutional Neural Network), DCNN(Deep Convolution Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), RBM(Restricted Boltzmann Machine), DBN(Deep Belief Network), SSD(Single Shot Detector) 모델 또는 U-net을 기반으로 하는 예측 모델일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0073] 저장부 (150) 는 내시경 영상 촬영부 (110) 를 통해 획득한 위 암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상을 저장하고, 입력부 (120) 를 통해 설정된 조기 위암의 예측 디바이스 (100) 의 지시를 저장하도록 구성될 수 있다. 나아가, 저장부 (150) 는 프로세서 (140) 에 의해 분류 또는, 예측된 결과들을 저장하도록 구성된다. 그러나, 전술한 것에 제한되지 않고 저장부 (150) 는, 조기 위암의 예측을 위해 프로세서 (140) 에 의해 결정된 다양한 정보들을 저장할 수 있다.

[0074] 이하에서는, 도 2a 내지 도 2b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법을 구체적으로 설명한다. 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법의 절차를 도시한 것이다. 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법에 의한 위 내시경 영상에 대한 조기 위암의 병태 예측의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

[0075] 도 2a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 절차는 다음과 같다. 먼저, 위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상을 수신한다 (S200). 그 다음, 위 내시경 영상에 대하여 조기 위암 발병 여부를 예측하도록 구성된 조기 위암 예측 모델을 이용하여, 위암 의심 개체에 대한 조기 위암의 발병 여부를 예측한다 (S210). 마지막으로, 조기 위암 예측 모델에 의해 예측된 결과를 제공한다 (S220).

[0076] 예를 들어, 도 2b를 참조하면, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S200) 위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상 (202) 를 수신할 수 있다. 이때, 위 내시경 영상 (202) 은 RGB 컬러 영상일 수 있다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S200) 에서는 위 내시경 영상 (202) 에 대한 빠른 분석이 가능하도록 일정한 픽셀을 갖도록 전처리가 수행된 위 내시경 영상 (202) 를 더 수신할 수 있다. 그렇지 않은 경우, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S200) 이후에, 수신된 위 내시경 영상 (202) 에 대하여 일정한 픽셀 단위를 갖도록 크기를 조절하거나 대비, 해상도, 명암, 또는 좌우 대칭을 조절하는, 위 내시경 영상 (202) 에 대한 전처리 단계가 더 수행될 수 있다. 전처리 단계의 결과로, 위 내시경 영상 (202) 은 후술할 예측 모델에서 요구되는 해상도 또는 크기를 갖게 되고, 원본 위 내시경 영상보다 해상도 또는 크기가 작아질 수 있어, 예측 모델에서의 처리 속도가 향상될 수 있다.

[0078] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S200) 에서는 복수개의 위 내시경 영상을 수신할 수 있다. 예를 들어, 내시경 영상 촬영부의 이동에 따라 실시간으로 촬영된 위 내시경 영상이 획득될 수 있음에 따라, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S200) 에서는 복수개의 위 내시경 영상이 획득될 수 있다.

[0079] 다음으로, 도 2b를 참조하면, 조기 위암의 발병 여부를 예측하는 단계 (S210) 에서는, 조기 위암 예측 모델 (212) 에, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S200) 에서 획득된 위 내시경 영상 (202) 에 대한 RGB 컬러 (204) 가 입력된다. 이때, 조기 위암 예측 모델 (212) 은 위 내시경 영상 (202) 에 대한 RGB 컬러 (204) 를 기초로 점막층 침범 조기 위암, 점막 하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 병태를 예측할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 보다 구체적으로, 조기 위암의 발병 여부를 예측하는 단계 (S210) 에서 조기 위암 예측 모델 (212) 은 입력된 RGB 컬러 (204) 를 기초로 위 내시경 영상 (202) 에 대한 점막층 침범 조기 위암, 점막 하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 확률을 산출하고, 산출된 확률 값을 기초로 위 내시경 영상 (202) 에 대한 병태를 분류할 수 있다.

[0080] 이에, 다시 도 2b를 참조하면, 예측 결과를 제공하는 단계 (S220) 에서는, 조기 위암의 발병 여부를 예측하는 단계 (S210) 에서 조기 위암 예측 모델 (212) 에 의해 조기 위암 발병 여부가 예측된 위 내시경 영상 (222) 이 제공될 수 있다. 보다 구체적으로, 예측 결과를 제공하는 단계 (S220) 에서는, 조기 위암 예측 모델 (212) 에 의해 산출된 위 내시경 영상 (202) 에 대한 점막층 침범 조기 위암, 점막 하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 확률을 포함하는, 조기 위암 발병 예측 정보 (224) 가 함께 제공될 수 있다.

[0081] 이상의 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법에 의해, 위암 의심 개체로부터 획득된 위 내시경 영상에 대한 병태의 분류에 따라, 사용자의 숙련도에 관계 없이 조기 위암의 정확한 예측이 가능할 수 있다. 이에, 본 발명은 위 내시경 영상에 기초한 진단 시스템에 적용될 수 있다.

[0082] 이하에서는, 도 3a 내지 도 3b를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법을 구체적으로 설명한다. 도 3a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법의 절차를 도시한 것이다. 도 3b는 본

발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법에 의한 위 내시경 영상에 대한, 병변 의심 영역의 예측 및 조기 위암의 병태 예측의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

- [0083] 도 3a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 절차는 다음과 같다. 먼저, 위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상을 수신한다 (S300). 그 다음, 위 내시경 영상에 대하여 병변 의심 영역을 예측하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용하여, 위 내시경 영상 내에서 병변 의심 영역을 예측 한다 (S310). 마지막으로, 병변 의심 영역 예측 모델에 의해 예측된 병변 의심 영역을 제공한다 (S320).
- [0084] 예를 들어, 도 3b를 참조하면, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S300) 위암 의심 개체에 대한 위 내시경 영상 (302) 를 수신할 수 있다. 이 때, 위 내시경 영상 (302) 은 RGB 컬러 영상일 수 있다.
- [0085] 도 3b를 참조하면, 병변 의심 영역을 예측하는 단계 (S310) 에서는, 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 에, 위 내시경 영상을 수신하는 단계 (S300) 에서 획득된 위 내시경 영상 (302) 에 대한 RGB 컬러 (304) 가 입력된다. 이 때, 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 은 위 내시경 영상 (302) 에 대한 RGB 컬러 (304) 를 기초로 병변 의심 영역을 예측할 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0086] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 병변 의심 영역을 예측하는 단계 (S310) 에서 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 은 영역이 갖는 픽셀 값, 질감 및 주변 영역과의 픽셀 차이 정도 중 적어도 하나를 기초, 병변 의심 영역을 예측할 수 있다.
- [0087] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 병변 의심 영역을 예측하는 단계 (S310) 에서 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 에 의해 병변 의심 영역 (324) 이 예측된 경우, 병변 의심 영역 (324) 에 대한 RGB 컬러 (326) 가 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 에 추가적으로 입력될 수 있다. 그 결과, 예측된 병변 의심 영역 (324) 에 대한 병태가 결정될 수 있다. 보다 구체적으로, 병변 의심 영역을 예측하는 단계 (S310) 에서 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 은 입력된 RGB 컬러 (326) 를 기초로, 병변 의심 영역 (324) 에 대한 점막층 침범 조기 위암, 점막 하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 확률을 산출하고, 산출된 확률 값을 기초로 위 내시경 영상 (302) 내의 병변 의심 영역 (324) 에 대한 병태를 분류할 수 있다.
- [0088] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 병변 의심 영역을 예측하는 단계 (S310) 에서는, 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 을 이용하여, 위 내시경 영상 (302) 내에서 미리 결정된 랜드마크를 예측하고, 랜드마크를 기초로 병변 의심 영역 (324) 의 위치를 예측하는 단계가 더 수행될 수 있다. 이때, 랜드마크는 내시경 장치가 위의 내부 점막을 관통하며 이동함에 따라, 위 내시경 영상 내에 나타나는 '홀'일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 랜드마크에 기초한 병변 의심 영역 (324) 의 위치의 예측에 따라, 병변 의심 영역 (324) 과, 위 내시경 영상 (302) 내에 나타나는 위 내시경 장치, 잔존 음식물, 출혈 부위가 구별될 수 있다.
- [0089] 다음으로 도 3b를 참조하면, 예측된 병변 의심 영역을 제공하는 단계 (S320) 에서는, 병변 의심 영역을 예측하는 단계 (S310) 에서 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 에 의해, 병변 의심 영역 (324) 에 대한 병태가 예측된 위 내시경 영상 (332) 이 제공될 수 있다.
- [0090] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 예측된 병변 의심 영역을 제공하는 단계 (S320) 에서는, 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 에 의해 산출된 위 내시경 영상 (302) 내의 병변 의심 영역 (324) 에 대한 점막층 침범 조기 위암, 점막 하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 확률을 포함하는, 조기 위암 발병 예측 정보 (334) 가 함께 제공될 수 있다.
- [0091] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 예측된 병변 의심 영역을 제공하는 단계 (S320) 에서는, 병변 의심 영역 예측 모델 (312) 에 의해 예측된 병변 의심 영역 (324) 의 위치의 정보가 제공될 수 있다.
- [0092] 이상의 본 발명의 다른 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법에 의해, 위암 의심 개체로부터 획득된 위 내시경 영상에 대하여 병변 의심 영역 및 이의 위치를 예측하고, 예측된 병변 의심 영역에 대한 병태를 분류하여 제공함에 따라, 사용자의 숙련도에 관계 없이 조기 위암의 정확한 예측이 가능할 수 있다. 이에, 본 발명은 위 내시경 영상에 기초한 진단 시스템에 적용될 수 있다.
- [0093] 이하에서는, 도 4a 내지 도 4c를 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영역 예측 모델의 학습 방법을 설명한다. 도 4a 및 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는, 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영역 예측 모델에 대한 학습용 위 내시경 영상 데이터를 도시한 것이다. 도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영

역 예측 모델을 예식적으로 도시한 것이다.

- [0094] 이때, 학습에 이용된 영상은, 200 장의 점막층 침범 종양을 포함하는 위 내시경 영상, 200 장의 점막하층 침범 종양을 포함하는 위 내시경 영상, 및 200 장의 정상의 개체에 대한 위 내시경 영상으로 구성된 영상 중, 평가 데이터에 이용될 50 장의 영상을 제외한 150 장의 위 내시경 영상을 각각을 이용한다.
- [0095] 도 4a의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영역 예측 모델의 경우, 학습을 위해, 점막층 침범의 종양을 포함하는 위 내시경 영상 (도 4a의 (a)), 점막하층 침범의 종양을 포함하는 위 내시경 영상 (도 4a의 (b)) 및 정상 개체에 대한 위 내시경 영상 (도 4a의 (c)) 이 이용된다. 이때, 조기 위암의 학습용 위 내시경 영상 각각에 대하여, 점막층 침범의 종양에 대한 영역 및 점막하층 침범 종양에 대한 영역이 정답으로 각각 마스킹된다. 한편, 정상 개체에 대한 학습용 위 내시경 영상은, 영상 내에 존재하는 홀이 정답으로 예측되는 것을 방지하기 위해, 홀을 제외한 배경영역이 정답으로 마스킹된다.
- [0096] 학습용 위 내시경 영상을 기초로, 조기 위암 예측 모델은, 학습용 위 내시경 영상에 대한 병태를 분류하도록 학습될 수 있고, 병변 의심 영역 예측 모델은 학습용 위 내시경 영상 내에서 병변 의심 영역을 예측하고 예측된 영역에 대하여 병태를 분류하도록 학습될 수 있다.
- [0097] 한편, 예측 모델의 학습을 위해 학습용 위 내시경 영상은, 미리 결정된 픽셀을 갖도록 표준화 될 수 있다. 예를 들어, 학습용 위 내시경 영상은 101 x 101 픽셀(pixel) 을 갖도록 표준화될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 나아가, 학습용 위 내시경 영상은, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖는 병소를 포함하는 위 내시경 전체 영상, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소를 확대 및 크로핑한 위 내시경 영상, 또는 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소에 대한 비율을 고려하여 크로핑한 위 내시경 영상일 수 있다.
- [0098] 도 4b의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 학습용 위 내시경 영상은 학습 데이터의 증폭을 위해, 반전, 회전 또는, 변형되어 가공될 수 있다. 그러나, 예측 모델의 학습을 위해 이용되는 학습용 위 내시경 영상은, 전술한 것에 제한되지 않고 보다 다양한 방법으로 가공될 수 있다.
- [0099] 한편, 본 발명의 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영역 예측 모델은, 영상 인식에 적합한 DCNN (Deep Convolution Neural Network) 또는 위 내시경 영상 내에서 의미 있는 부분을 픽셀 단위로 예측할 수 있는 U-net이 이용될 수 있다. 그러나, 본 발명의 예측 모델들은 이에 제한되지 않고 보다 다양한 알고리즘에 기초할 수 있다.
- [0100] 도 4c를 참조하면, DCNN에 기초한 예측 모델이 예식적으로 개시된다. 보다 구체적으로, 보다 구체적으로, DCNN에 기초한 예측 모델은 컨볼루션 층(convolutional layer) 과 지역적 최대값을 뽑아 특징으로 사용하는 맥스 풀링 층(max pooling layer) 및 완전 연결 층(fully connected layer) 으로 구성될 수 있다. 예측 모델에 위 내시경 영상의 RGB 컬러가 입력되면, 다층의 신경망 구조에 의해 조기 위암(점막층 침범 조기 위암 및 점막하층 침범 조기 위암) 또는, 정상의 2 클래스를 분류하도록 구성될 수 있다. 나아가, 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 3 클래스로 위 내시경 영상이 분류될 수 있으며, 예측 모델은 점막층 침범 조기 위암, 또는 점막하층 침범 조기 위암의 2 클래스를 분류하도록 구성될 수 있다.
- [0101] 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는, 조기 위암 예측 모델 및 병변 의심 영역 예측 모델은 전술한 것에 제한되지 않고 보다 다양한 방법으로 학습될 수 있다.
- [0102] 실시예 1: 조기 위암 예측 모델의 평가
- [0103] 이하의 실시예 1에서는 도 5a 내지 도 5i를 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 조기 위암 예측 모델의 평가 방법 및 결과를 설명한다. 도 5a 내지 5i는 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는 조기 위암 예측 모델에 대한 학습 방법 및 출력값 설정에 따른 평가 결과를 도시한 것이다.
- [0104] 보다 구체적으로, 도 5a를 참조하면, 3 개의 조기 위암 예측 모델은, 입력된 위 내시경 영상에 대하여 점막층 침범 조기 위암, 점막하층 침범 조기 위암, 또는 정상의 3 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (A. 3 클래스 분류), 조기 위암(점막층 침범 조기 위암 및 점막하층 침범 조기 위암) 또는, 정상의 2 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (B. 2 클래스 분류), 및 점막층 침범 조기 위암, 또는 점막하층 침범 조기 위암의 2 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (C. 2 클래스 분류) 이다.
- [0105] 나아가, 이상의 예측 모델 학습에 적용한 학습 방법은, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖는 병소를 포함하는 위 내시

경 전체 영상에 기초한 학습 하는 방법 (1), 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소를 확대 및 크로핑한 위 내시경 영상에 기초한 학습 방법 (2), 및 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소에 대한 비율을 고려하여 크로핑한 위 내시경 영상에 기초한 학습 방법 (3) 이다.

- [0106] 다시, 도 5a를 참조하면, 위 내시경 영상에 대하여 점막층 침범 조기 위암, 또는 점막하층 침범 조기 위암, 또는 정상 3 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (A. 3 클래스 분류) 은, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소를 확대 및 크로핑한 위 내시경 영상에 기초한 학습 방법 (2)를 적용했을 때 평균 검출률이 0.77의 높은 수준으로 나타난다.
- [0107] 조기 위암(점막층 침범 조기 위암 및 점막하층 침범 조기 위암) 또는, 정상 2 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (B. 2 클래스 분류)은, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소를 확대 및 크로핑한 위 내시경 영상에 기초한 학습 방법 (2)를 적용했을 때 평균 검출률이 0.98로, 다른 학습 방법들을 적용했을 때 보다 높게 나타난다. 즉, 본 발명의 조기 위암 예측 모델을 적용 했을 때, 조기 위암 또는, 정상으로의 예측 결과는 높은 신뢰 수준을 가질 수 있다.
- [0108] 마지막으로, 점막층 침범 조기 위암, 또는 점막하층 침범 조기 위암의 2 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (C. 2 클래스 분류)은, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소를 확대 및 크로핑한 위 내시경 영상에 기초한 학습 방법 (2)를 적용했을 때 평균 검출률이 0.73으로, 다른 학습 방법들을 적용했을 때 보다 높게 나타난다. 즉, 본 발명의 조기 위암 예측 모델은 조기 위암의 병소를 포함하는 위 내시경 영상에 대하여 점막층 침범 또는 점막하층 침범의 침범 깊이를 보다 높은 신뢰도로 예측할 수 있다.
- [0109] 이상의 결과에 따라, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖도록 병소를 확대 및 크로핑한 위 내시경 영상에 기초한 학습 방법 (2)에 기초하여, 입력된 위 내시경에 대한 중앙 침범 깊이를 분류하도록 구성된 예측 모델이 본 발명의 다양한 실시예에 이용될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0110] 도 5b를 참조하면, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖는 병소를 포함하는 위 내시경 전체 영상에 기초한 학습 하는 방법 (1)에 의해 학습된, 점막층 침범 조기 위암, 또는 점막하층 침범 조기 위암, 또는 정상 3 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (A. 3 클래스 분류) 에 대한 평가 결과가 도시된다.
- [0111] 도 5b의 (a)를 참조하면, 점막층 침범(mucosal), 점막하층 침범(submucosal)의 위암 및 정상(normal) 의 3 클래스 각각에 대하여, 미리 결정된 정답(true label) 및 예측 결과(predicted label) 를 기초로 산출된 조기 위암 예측 모델의 평균 검출률(recall) 은 각각 0.62, 0.72 및 0.70으로 나타난다. 도 5b의 (b)를 참조하면, 점막층 침범, 점막하층 침범의 위암 및 정상 3 클래스에 대하여, 미리 결정된 정답 및 예측 결과를 기초로 산출된 조기 위암 예측 모델의 예측 정확도(precision) 는 각각 0.633, 0.590 및 0.875로 나타난다.
- [0112] 도 5c를 참조하면, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖는 병소를 포함하는 위 내시경 전체 영상에 기초한 학습 하는 방법 (1)에 의해 학습된, 조기 위암(점막층 침범 조기 위암 및 점막하층 침범 조기 위암), 또는 정상 2 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (B. 2 클래스 분류) 에 대한 평가 결과가 도시된다.
- [0113] 도 5c의 (a)를 참조하면, 조기 위암(점막층 침범 및 점막하층 침범) 및 정상 2 클래스 각각에 대하여, 미리 결정된 정답 및 예측 결과를 기초로 산출된 조기 위암 예측 모델의 평균 검출률은 각각 0.94 및 0.92의 매우 높은 수준으로 나타난다. 도 5c의 (b)를 참조하면, 조기 위암 및 정상 2 클래스에 대하여, 미리 결정된 정답 및 예측 결과를 기초로 산출된 조기 위암 예측 모델의 예측 정확도는 각각 0.959 및 0.885의 매우 높은 수준으로 나타난다.
- [0114] 도 5d를 참조하면, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖는 병소를 포함하는 위 내시경 전체 영상에 기초한 학습 하는 방법 (1)에 의해 학습된, 점막층 침범 조기 위암 또는 점막하층 침범 조기 위암의 2 클래스를 분류하도록 구성된 모델 (C. 2 클래스 분류) 에 대한 평가 결과가 도시된다.
- [0115] 도 5d의 (a)를 참조하면, 점막층 침범 및 점막하층 침범의 2 클래스 각각에 대하여, 미리 결정된 정답 및 예측 결과를 기초로 산출된 조기 위암 예측 모델의 평균 검출률은 각각 0.60 및 0.74로 나타난다. 도 5d의 (b)를 참조하면, 점막층 침범 및 점막하층 침범의 2 클래스에 대하여, 미리 결정된 정답 및 예측 결과를 기초로 산출된 조기 위암 예측 모델의 예측 정확도는 각각 0.698 및 0.649로 나타난다.
- [0116] 도 5e 내지 5g는, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖는 병소를 포함하는 위 내시경 전체 영상에 기초한 학습 하는 방법 (1)에 의해 학습된 3 클래스 예측 모델에 대한 영상 분류 결과를 도시한다.
- [0117] 보다 구체적으로 도 5e를 참조하면, 조기 위암 예측 모델에 의해 50 장의 점막층 침범 종양을 포함하는 위 내시

경 영상 각각에 대하여 산출된, 점막층 침범 조기 위암일 확률 (빨강, M), 점막하층 침범 조기 위암일 확률 (파랑, S) 및 정상일 확률 (녹색, N) 이 도시된다. 조기 위암 예측 모델은 산출된 확률 중 점막층 침범 조기 위암일 확률이 가장 높을 경우, 입력된 위 내시경 영상을 '점막층 침범 조기 위암'의 영상 (빨강) 으로 분류한다.

- [0118] 결과에 따르면, 조기 위암 예측 모델은 50 장의 점막층 침범 종양을 포함하는 위 내시경 영상 중 31장의 영상을 정확하게 예측한 것으로 나타난다. 한편, 조기 위암 예측 모델에 의해 점막층 침범 종양의 위 내시경 영상에 대하여 정상으로 예측한 경우는 극히 드문 것으로 나타난다.
- [0119] 도 5f를 참조하면, 조기 위암 예측 모델에 의해 50 장의 점막하층 침범 종양을 포함하는 위 내시경 영상 각각에 대하여 산출된, 점막층 침범 조기 위암일 확률 (빨강, M), 점막하층 침범 조기 위암일 확률 (파랑, S) 및 정상일 확률 (녹색, N) 이 도시된다. 조기 위암 예측 모델은 산출된 확률 중 점막하층 침범 조기 위암일 확률이 가장 높을 경우, 입력된 위 내시경 영상을 '점막하층 침범 조기 위암'의 영상 (파랑) 으로 분류한다.
- [0120] 결과에 따르면, 조기 위암 예측 모델은 50 장의 점막하층 침범 종양을 포함하는 위 내시경 영상 중 36 장의 영상을 정확하게 예측한 것으로 나타난다. 한편, 조기 위암 예측 모델에 의해 점막하층 침범 종양의 위 내시경 영상에 대하여 정상으로 예측한 경우는 단 2 장으로 극히 드문 것으로 나타난다.
- [0121] 도 5g를 참조하면, 조기 위암 예측 모델에 의해 50 장의 정상 개체에 대한 위 내시경 영상 각각에 대하여 산출된, 점막층 침범 조기 위암일 확률 (빨강, M), 점막하층 침범 조기 위암일 확률 (파랑, S) 및 정상일 확률 (녹색, N) 이 도시된다. 조기 위암 예측 모델은 산출된 확률 중 정상일 확률이 가장 높을 경우, 입력된 위 내시경 영상을 '정상'의 영상 (녹색)으로 분류한다.
- [0122] 결과에 따르면, 조기 위암 예측 모델은 50 장의 정상 개체에 대한 위 내시경 영상 중 35 장의 영상을 정확하게 예측한 것으로 나타난다.
- [0123] 도 5h 및 5i는, 미리 결정된 픽셀 단위를 갖는 병소를 포함하는 위 내시경 전체 영상에 기초한 학습 하는 방법 (1)에 의해 학습된 조기 위암의 2 클래스 예측 모델에 대한 영상 분류 결과를 도시한다.
- [0124] 도 5h를 참조하면, 조기 위암 예측 모델에 의해 50 장의 점막층 침범 위 내시경 영상 각각에 대하여 산출된, 점막층 침범 조기 위암일 확률 (빨강, M) 및 점막하층 침범 조기 위암일 확률 (파랑, S) 이 도시된다. 조기 위암 예측 모델은 산출된 확률 중 점막층 침범 위암일 확률이 가장 높을 경우, 입력된 위 내시경 영상을 '점막층 침범 조기 위암'의 영상 (빨강) 으로 분류한다.
- [0125] 결과에 따르면, 조기 위암 예측 모델은 50 장의 점막층 침범 위 내시경 영상 중 30 장의 영상을 정확하게 예측한 것으로 나타난다.
- [0126] 도 5i를 참조하면, 조기 위암 예측 모델에 의해 50 장의 점막하층 침범 위 내시경 영상 각각에 대하여 산출된, 점막층 침범 조기 위암일 확률 (빨강, M) 및 점막하층 침범 조기 위암일 확률 (파랑, S) 이 도시된다. 조기 위암 예측 모델은 산출된 확률 중 점막하층 침범 위암일 확률이 가장 높을 경우, 입력된 위 내시경 영상을 '점막하층 침범 조기 위암'의 영상 (파랑) 으로 분류한다.
- [0127] 결과에 따르면, 조기 위암 예측 모델은 50 장의 점막층 침범 위 내시경 영상 중 37 장의 영상을 정확하게 예측한 것으로 나타난다.
- [0128] 이상의 실시예 1의 결과로, 조기 위암 예측 모델에 기초한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 디바이스는, 위암 의심 개체에 대하여 정확한 진단 정보를 제공할 수 있다. 보다 구체적으로 본 발명은 위 내시경 영상에 대하여 점막층 침범 또는, 점막하층 침범의 조기 종양에 대한 침범 깊이를 예측하여 그 결과를 제공할 수 있고, 예측 결과에 따라 개인의 상태에 맞춘 정확하고 효과적인 치료법을 제공할 수 있다. 이에, 본 발명은 조기 위암 치료에 대한 좋은 예후를 제공하는 것에 기여할 수 있다.
- [0129] 실시예 2: 병변 의심 영역 예측 모델의 평가
- [0130] 이하의 실시예 2에서는 도6을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 병변 의심 영역 예측 모델의 평가 방법 및 결과를 설명한다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 조기 위암의 예측 디바이스에서 이용되는 병변 의심 영역 예측 모델에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.
- [0131] 보다 구체적으로, 도 6의 (a) 내지 6의 (c)를 참조하면, 미리 정답으로 마스킹된, 점막층 침범 조기 위암 병변 영역 및 점막하층 침범 조기 위암의 병변 영역을 포함하는 조기 위암 위 내시경 영상과 정상 개체에 대한 위 내

시경 영상에 대한, 병변 의심 영역 예측 모델의 예측 결과가 도시된다. 이때, 정상의 위 내시경 영상에 대해서는 정답 마스크가 수행되지 않았다.

- [0132] 도 6의 (a)를 참조하면, 병변 의심 영역 예측 모델에 의해, 위 내시경 영상 내에서 점막층 침범의 종양에 대한 병변 영역이 정확하게 예측된 것으로 나타난다.
- [0133] 도 6의 (b)를 참조하면, 병변 의심 영역 예측 모델에 의해, 위 내시경 영상 내에서 점막하층 침범의 종양에 대한 병변 영역이 정확하게 예측된 것으로 나타난다.
- [0134] 도 6의 (c)를 참조하면, 병변 의심 영역 예측 모델에 의해, 정상의 위 내시경 영상에 대하여 어떠한 영역도 예측되지 않은 것으로 나타난다. 이는 병변 의심 영역 예측 모델이 정상의 위 내시경 영상에 대하여 정확하게 예측한 것을 의미할 수 있다.
- [0135] 이상의 실시예2의 결과로, 병변 의심 영역 예측 모델에 기초한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 조기 위암의 예측 방법 및 이를 이용한 디바이스는 높은 정확도로 위 내시경 영상 내에서 병변 의심 영역을 예측할 수 있는 효과가 있다.
- [0136] 한편, 본 발명의 효과는 이에 제한되는 것이 아니다. 예를 들어, 본 발명은 미리 결정된 랜드마크를 기초로 예측된 병변 영역에 대한 위치를 결정하도록 구성된 병변 의심 영역 예측 모델을 이용함에 따라, 병소에 대한 위치 정보를 제공할 수 있다. 이에, 의료인은 위치 정보를 기초로 병변 부위를 정확하게 파악할 수 있어, 보다 용이하게 조기 위암의 치료를 수행할 수 있다.
- [0137] 나아가, 본 발명은 랜드마크에 기초하여 병변의 위치를 예측함에 따라, 위 내시경 영상 내에 나타나는 위 내시경 장치, 잔존 음식물, 출혈 부위가 구별된 진단 결과를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0138] 또한, 본 발명은 복수개의 위 내시경 영상을 수신하고, 각각의 위내시경 영상에 대하여 조기 위암의 발병 여부, 나아가 종양의 침습의 깊이를 예측함에 따라, 실시간으로 위 모니터링과 동시에 조기 위암의 예측이 가능한 진단 시스템을 제공할 수 있다.
- [0139] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시 예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

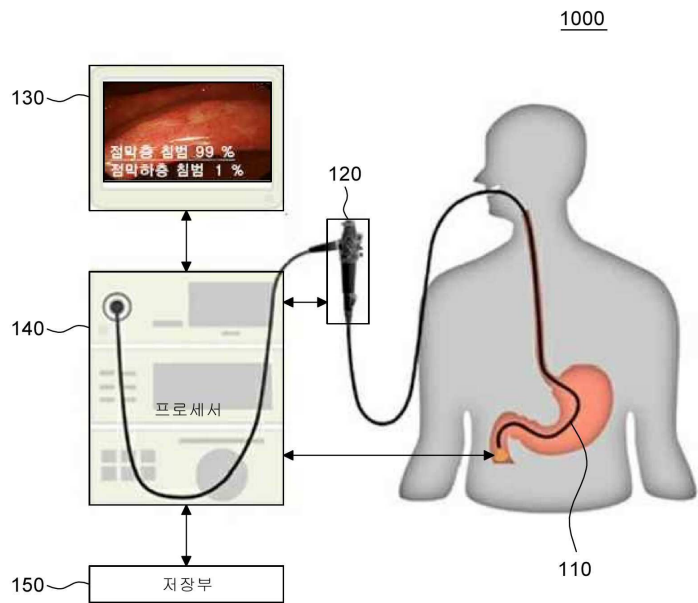
부호의 설명

- [0140] 100: 조기 위암의 예측 디바이스
 110: 내시경 촬영부
 120: 입력부
 130: 출력부
 140: 프로세서
 150: 저장부
 202, 302: 위 내시경 영상
 204, 304, 326: RGB 컬러
 212: 조기 위암 예측 모델
 222: 조기 위암 발병 여부가 예측된 위 내시경 영상
 224, 334: 조기 위암 발병 예측 정보
 312: 병변 의심 영역 예측 모델

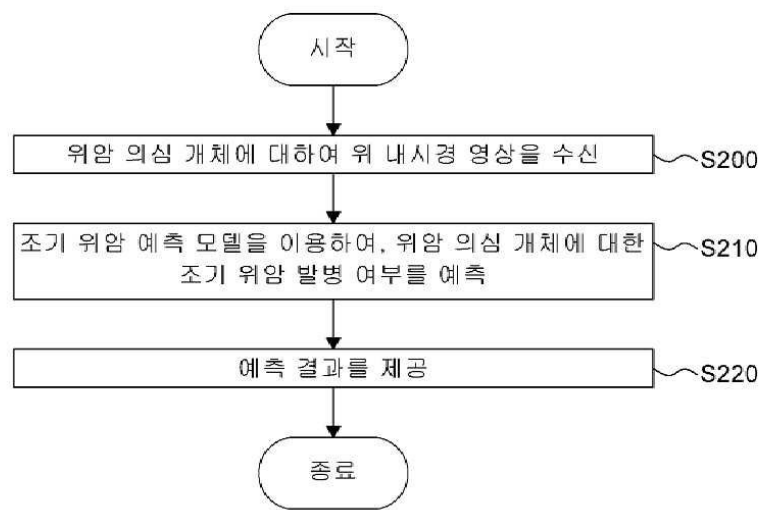
- 322: 병변 의심 영역이 예측된 위 내시경 영상
- 324: 병변 의심 영역
- 332: 병변 의심 영역에 대한 병태가 예측된 위 내시경 영상

도면

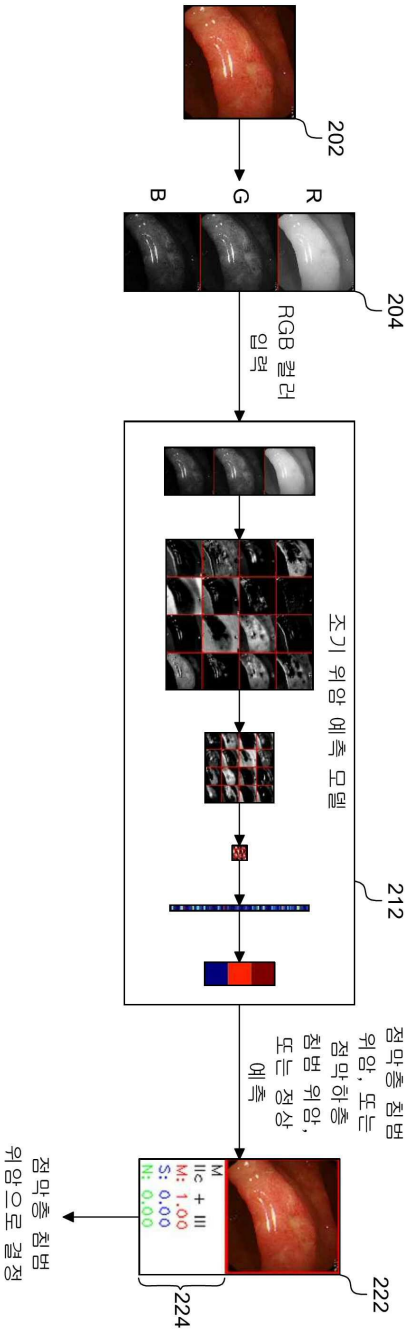
도면1



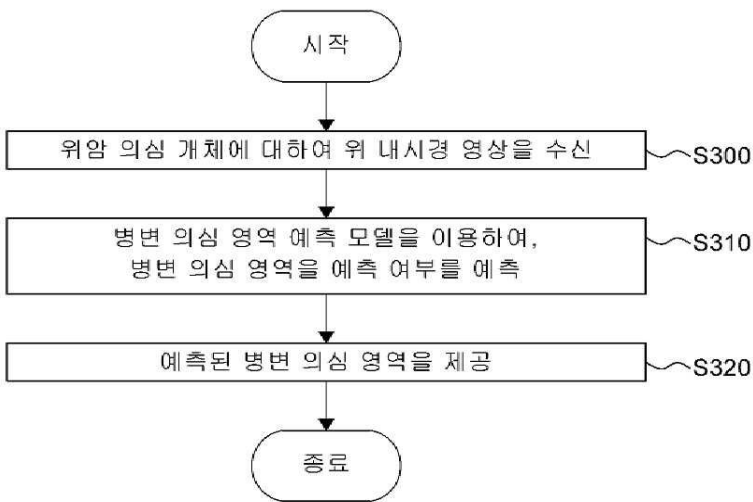
도면2a



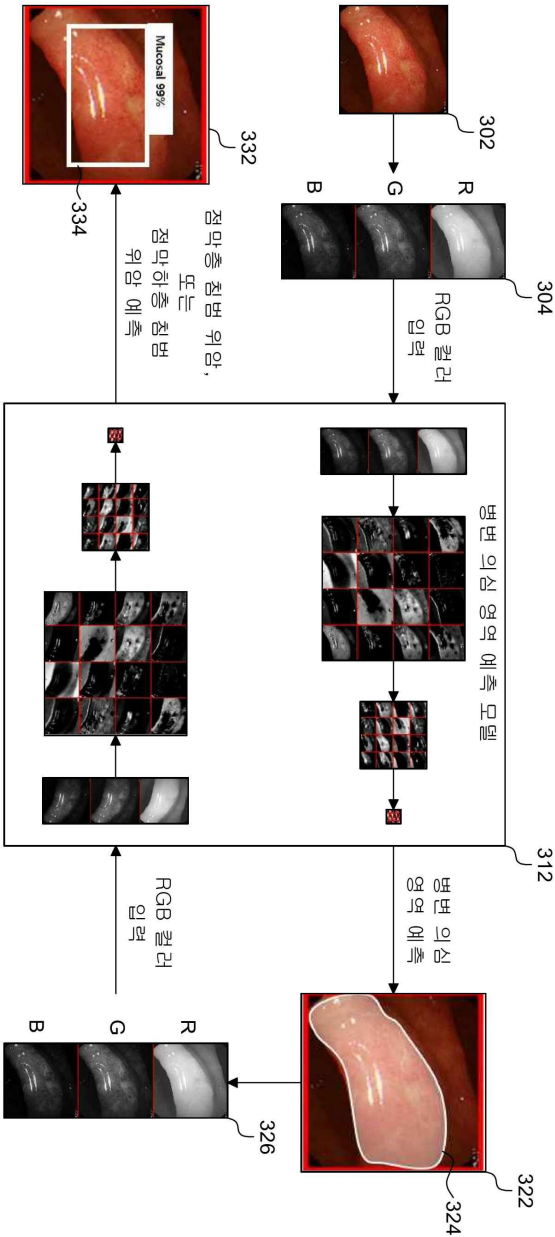
도면2b



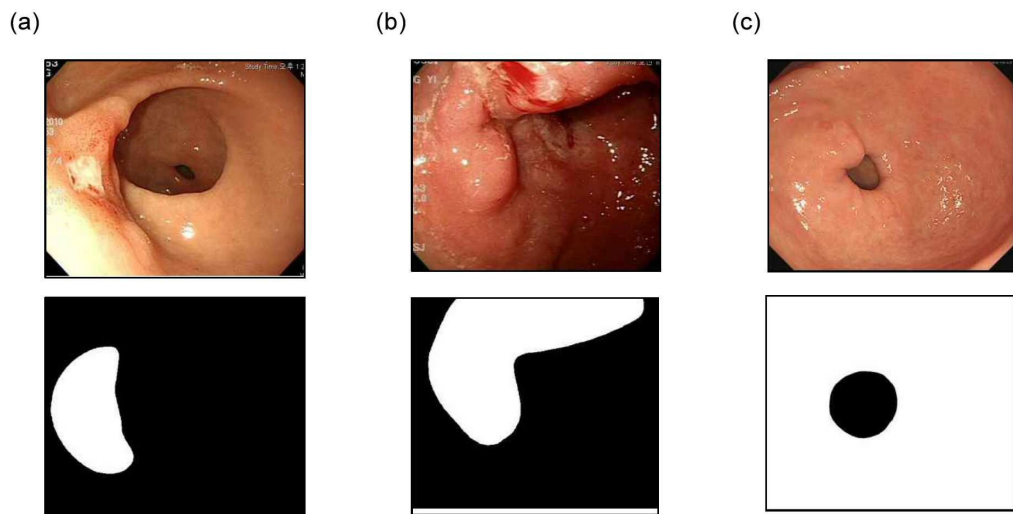
도면3a



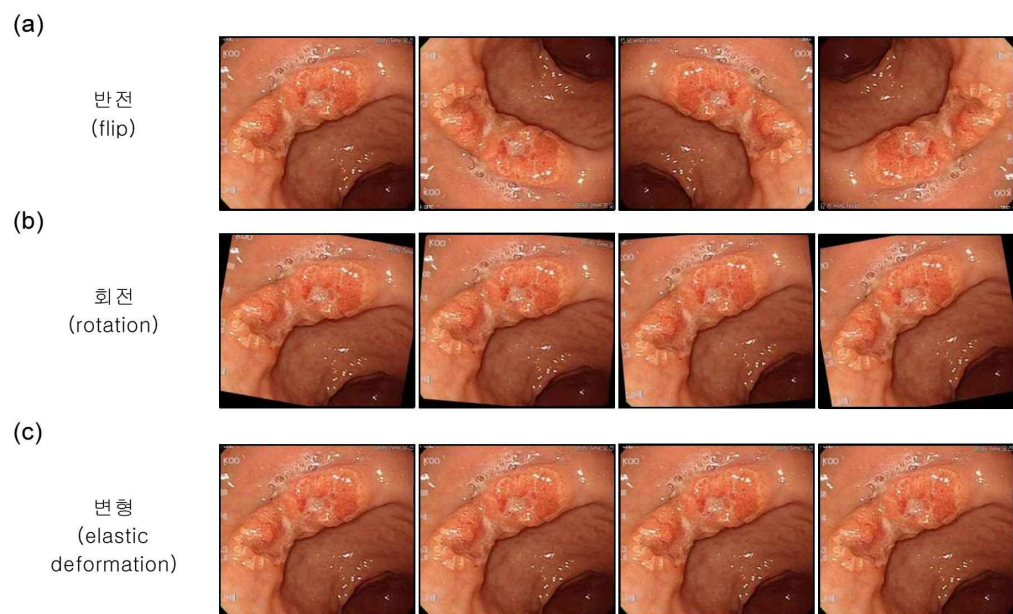
도면3b



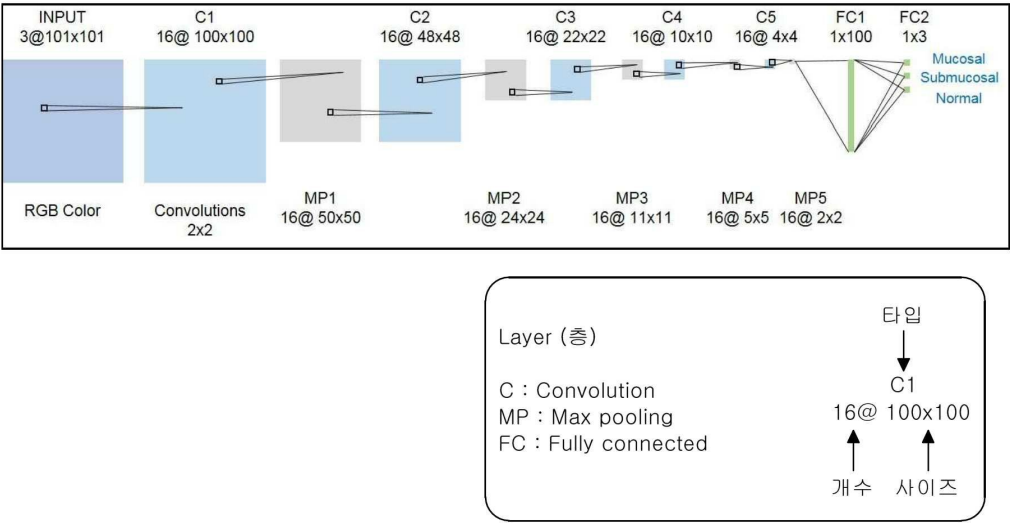
도면4a



도면4b



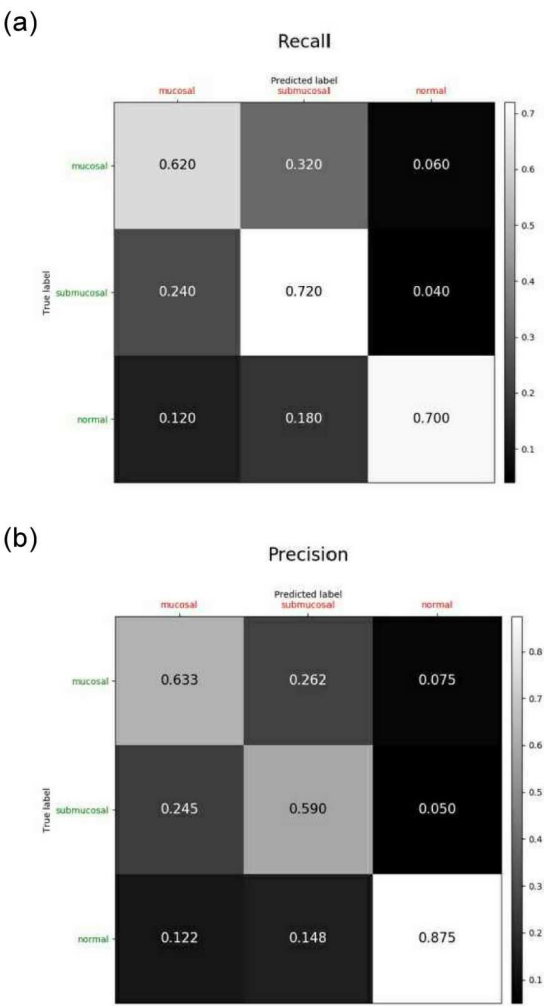
도면4c



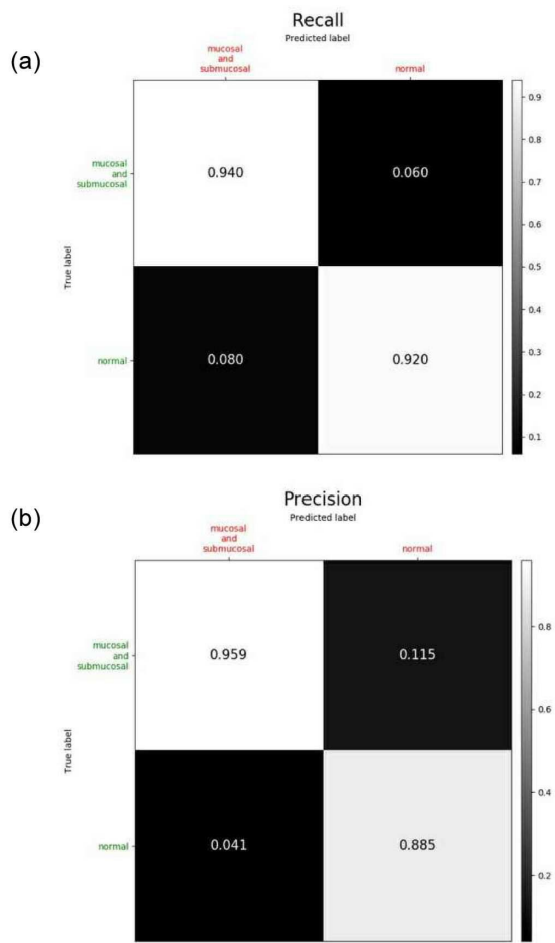
도면5a

데이터 셋 및 실험 방법	A. 3 클래스 분류				B. 2 클래스 분류				C. 2 클래스 분류			
	Mucosal	Submucosal	Normal	평균	Mucosal Submucosal	Normal	평균	Mucosal	Submucosal	평균		
DS1	1	0.62	0.72	0.70	0.68	0.94	0.92	0.93	0.60	0.74	0.67	
	2	0.66	0.66	0.86	0.73	0.94	0.98	0.97	0.82	0.64	0.73	
	3	0.74	0.56	0.96	0.75	0.95	0.98	0.96	0.76	0.64	0.70	
DS2	1	0.64	0.68	0.84	0.72	0.91	0.84	0.89	0.68	0.76	0.72	
	2	0.67	0.67	1.00	0.77	0.97	1.00	0.98	0.58	0.80	0.69	
	3	0.56	0.71	0.94	0.74	0.94	0.96	0.95	0.80	0.65	0.72	

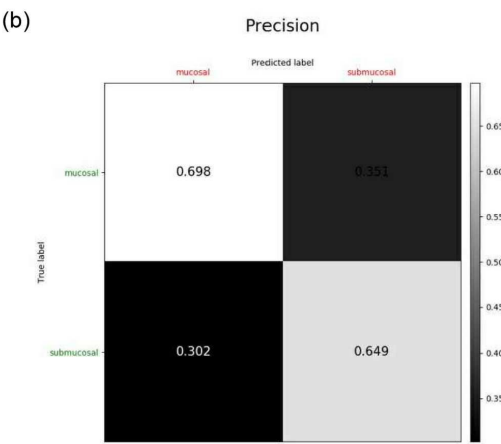
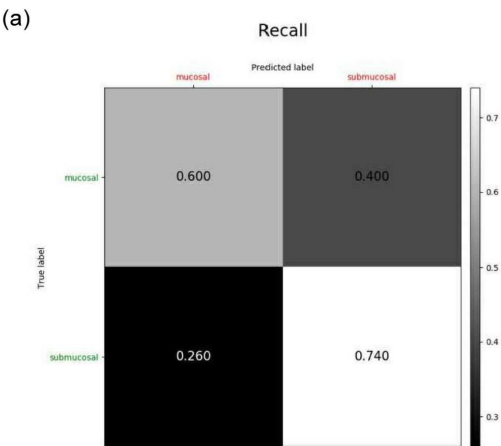
도면5b



도면5c



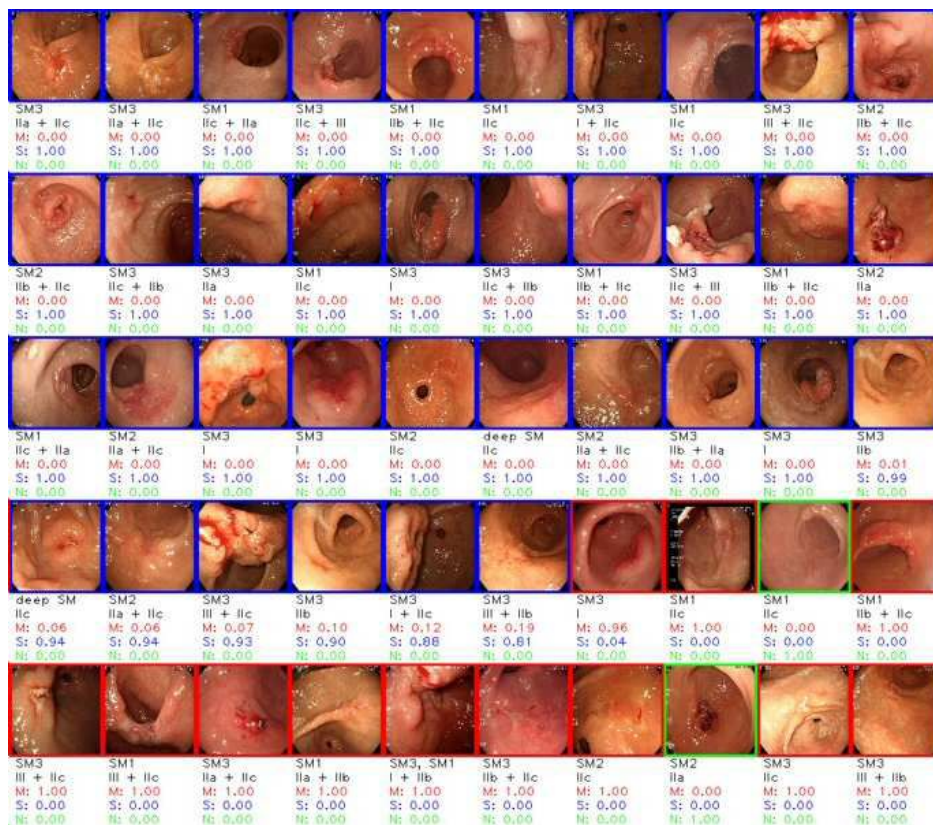
도면5d



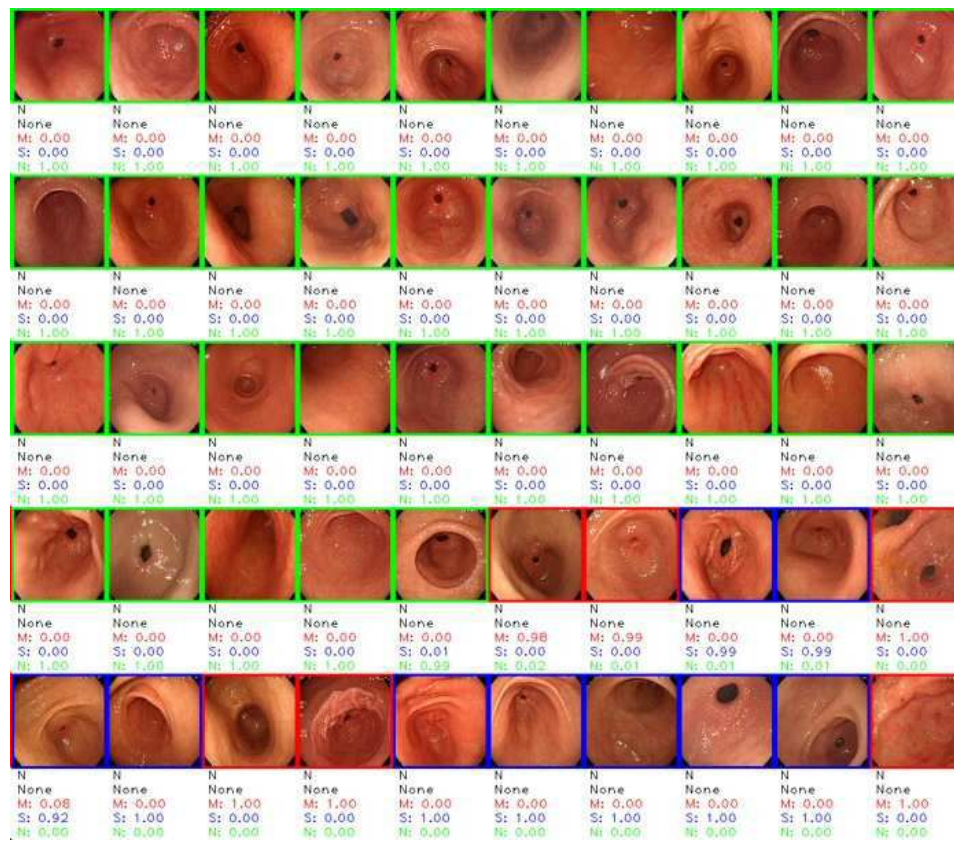
도면5e



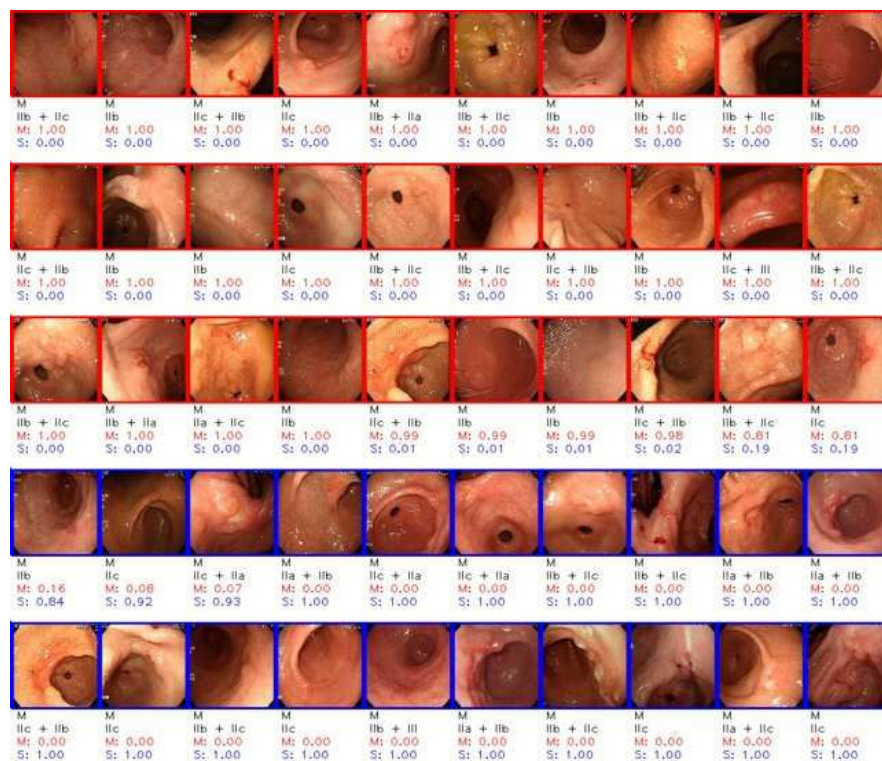
도면5f



도면5g



도면5h



도면5i



도면6

