

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 10월 6일 (06.10.2022) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호
WO 2022/211501 A1

(51) 국제특허분류:

A61B 1/00 (2006.01) G16H 20/40 (2018.01)
A61B 1/267 (2006.01) A61M 16/00 (2006.01)
G16H 30/40 (2018.01) A61M 16/01 (2006.01)
G16H 50/20 (2018.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/004529

(22) 국제출원일: 2022년 3월 30일 (30.03.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

10-2021-0042330 2021년 3월 31일 (31.03.2021) KR
10-2021-0134049 2021년 10월 8일 (08.10.2021) KR

(71) 출원인: 서울대학교병원 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY HOSPITAL) [KR/KR]; 03080 서울특별시 종로구 대학로 101, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김택균 (KIM, Tackeun); 13599 경기도 성남시 분당구 내정로 186, 103동 1502호, Gyeonggi-do (KR).

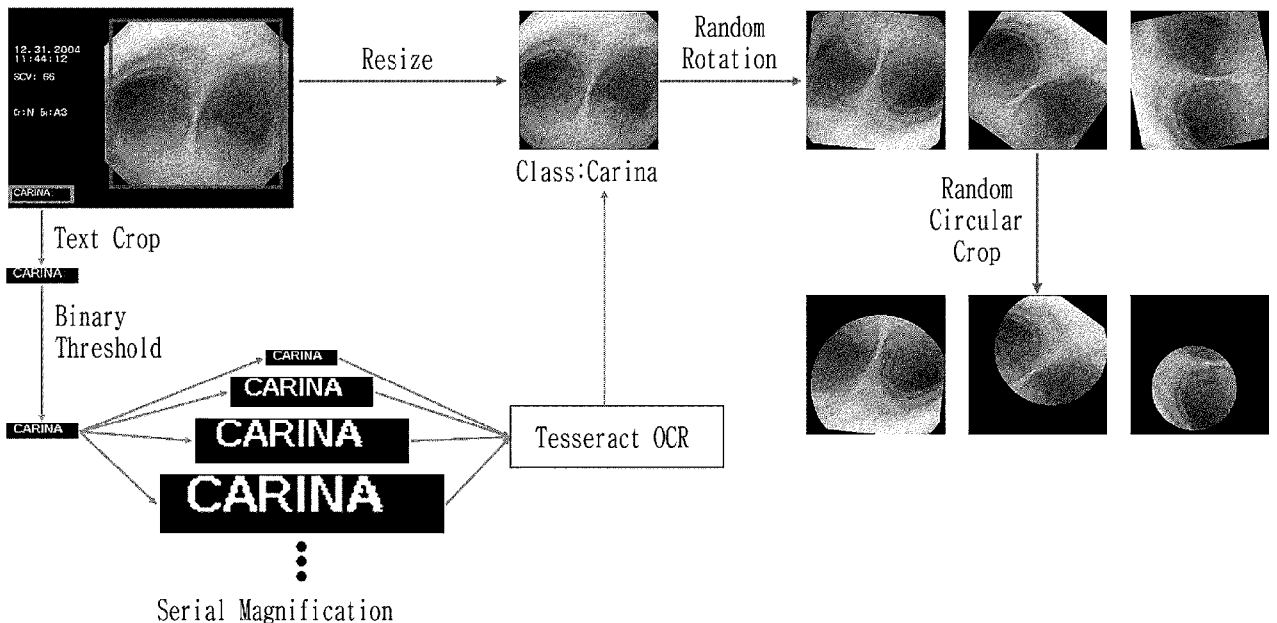
(74) 대리인: 최우성 (CHOI, Woo-sung); 03151 서울특별시 종로구 종로5길 58 석탄회관빌딩 10층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR DETERMINING ANATOMICAL POSITION USING FIBEROPTIC BRONCHOSCOPY IMAGE

(54) 발명의 명칭: 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치 및 방법



(57) Abstract: The present invention relates to a method for determining anatomical position using a fiberoptic bronchoscopy image, the method comprising the steps of: acquiring a fiberoptic bronchoscopy image by means of an image acquisition module; and determining an object represented in a target region of the overall frame of the fiberoptic bronchoscopy image as being one of the carina, the left main bronchus, or the right main bronchus on the basis of a neural network model.

(57) 요약서: 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 방법으로서, 이미지 획득 모듈에 의하여, 굴곡성기관지내시경 이미지를 획득하는 단계; 및 신경망 모델에 의하여, 상기 굴곡성기관지내시경 이미지의 전체 프레임에서 대상 영역에 표현된 객체를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하는 단계; 를 포함한다.

[다음 쪽 계속]

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 굴곡성기관지내시경검사(fiberoptic bronchoscopy)는 마취뿐만 아니라 폐 및 중환자 의학을 위한 중요한 진단 또는 중재 도구였다. 굴곡성기관지내시경검사가 안전한 방법으로 알려져 있지만, 정확한 검사를 수행하기 위해 높은 숙련도를 필요로 한다. 특히 마취 중 사용하는 이중관 기관내튜브 또는 기관지 차단장치의 올바른 위치를 파악하는데에 이용되는 경우, 마취 전문의는 기관내 튜브를 통과하는 굴곡성기관지내시경에 의해 나타난 단편적인 이미지로부터 그 위치의 적합성을 판단한다. 해부학적 위치를 잘못 판단한 경우, 부정확한 튜브 위치조정을 야기할 수 있으며, 기관 내 튜브의 위치 재설정은 장기간의 무호흡 및 우발적인 발관과 같은 극히 위험한 상황을 초래할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 굴곡성기관지내시경검사를 사용하는 검사 절차 동안 기관지내시경 영상을 이용하여, 해부학적 위치를 정확하게 구별할 수 있는 신경망 모델을 제시한다.

과제 해결 수단

- [4] 본 발명의 일 실시예에서는, 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 방법으로서, 상기 방법은 이미지 획득 모듈에 의하여, 굴곡성기관지내시경 이미지를 획득하는 단계; 및 신경망 모델에 의하여, 상기 굴곡성기관지내시경 이미지의 전체 프레임에서 대상 영역에 표현된 객체를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하는 단계;를 포함한다.
- [5] 일 실시예에서, 상기 신경망 모델은 복수의 훈련 샘플로 이루어진 제1 세트를 이용하여 굴곡성기관지내시경 이미지들이 입력되면 기관용골(carina), 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하도록 학습된 것이고, 상기 제1 세트의 복수의 훈련 샘플 각각은 훈련 이미지 및 레이블 데이터를 포함하고, 각 훈련 이미지는 해당 훈련용 환자의 환자정보의 텍스트 및 굴곡성기관지내시경 이미지를 포함한 원시이미지에서 굴곡성기관지내시경 표시 영역의 적어도 일부 영역을 크로핑한 이미지이고,

- [6] 각 훈련 이미지에 대한 레이블 데이터는 해당 훈련 이미지가 포함하는, 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 어느 하나의 객체의 해부학적 위치를 가리킬 수 있다.
- [7] 일 실시예에서, 상기 레이블 데이터는 상기 원시이미지에서 상기 환자정보의 텍스트를 문자 인식 엔진(character recognition engine)에 의해 인식된 결과인 것일 수 있다.
- [8] 일 실시예에서, 상기 신경망 모델은 복수의 훈련 샘플로 이루어진 제2 세트를 이용하여 추가로 훈련되며, 상기 제2 세트의 상기 훈련 이미지는 굴곡성기관지내시경 표시 영역을 적어도 일부 크로핑한 이미지를 랜덤하게 회전하고 랜덤 반경의 원으로 추가 크로핑된 것을 포함할 수 있다.
- [9] 일 실시예에서, 상기 레이블 데이터는 상기 원시이미지에서 컬러를 그레이(grey) 톤으로 변환한 후, 이진 임계화(binary threshold)를 적용된 이미지로부터 인식된 것일 수 있다.
- [10] 일 실시예에서, 상기 문자 인식 엔진에 의하여 환자정보를 포함하는 텍스트로부터 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 어느 하나에 대응하는 문자열을 추출하는 것이 실패할 경우, 상기 원시이미지에 표시된 텍스트를 확대하여 상기 대응하는 문자열을 추출하여 상기 레이블 데이터가 획득될 수 있다.
- [11] 일 실시예에서, 상기 문자 인식 엔진은 상기 원시이미지에 표시된 텍스트를 사이즈 대비 2배 내지 10배로 순차적으로 확대하여 대응하는 문자열을 추출하여 상기 레이블 데이터를 획득할 수 있다.
- [12] 일 실시예에서, 상기 신경망 모델은 굴곡성기관지내시경 이미지로부터 특징을 추출하고, 추출된 특징에 기초하여 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하고, 상기 신경망 모델은: 추출되는 특징이 이미지 내 기관지 연골 및 후방 근육을 기하학적으로 형상화된 제1 특징일 경우, 이미지의 객체를 기관용골로 판별하고, 추출되는 특징이 이미지 내 2차 및 3차 기관지 사이의 접합부를 포함하는 깊이 구조를 기하학적으로 형상화한 제2 특징일 경우, 이미지의 객체를 좌측 주기관지 또는 우측 주기관지로 판별하는 것일 수 있다.
- [13] 일 실시예에서, 상기 방법은 신경망 모델이 판별한 객체의 부분을 디스플레이 상의 굴곡성기관지내시경 이미지에 표시하여 시각화하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [14] 일 실시예에서, 상기 시각화하는 단계는 Grad-CAM(Gradient-weighted CAM) 모델을 이용할 수 있다.
- [15] 일 실시예에서, 상기 신경망 모델은 CNN 모델일 수 있다.
- [16] 본 발명의 다른 실시예에서는, 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치로서, 상기 장치는 굴곡성기관지내시경 이미지를 획득하는 이미지획득 모듈; 및 상기 굴곡성기관지내시경 이미지의 전체 프레임에서 대상 영역에 표현된 객체를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측

주기관지 중 하나로 판별하는 신경망 모델; 및 상기 신경망 모델이 판별한 객체의 부분을 굴곡성기관지내시경 이미지에 표시하여 시각화하는 디스플레이;를 포함할 수 있다.

- [17] 일 실시예에서, 본 발명은 상기 장치를 포함하는 굴곡성기관지내시경검사(fiberoptic bronchoscopy) 장치일 수 있다.

발명의 효과

- [18] 이와 같은 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치 및 방법에 따르면, 본 발명은 기관용골(carina), 좌측 주기관지(left main bronchus) 및 우측 주기관지(right main bronchus)를 우수한 정확도로 판별하여 해부학적 위치를 예측함으로써 검사자들의 임상적 의사 판단에 도움을 줄 수 있다.

- [19] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [20] 본 발명 또는 종래 기술의 실시예의 기술적 해결책을 보다 명확하게 설명하기 위해, 실시예에 대한 설명에서 필요한 도면이 아래에서 간단히 소개된다. 아래의 도면들은 본 명세서의 실시예를 설명하기 목적일 뿐 한정적 목적이 아니라는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 설명의 명료성을 위해 아래의 도면들에서 과장, 생략 등 다양한 변형이 적용된 일부 요소들이 도시될 수 있다.
- [21] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치의 개략도이다.
- [22] 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델이 복수의 훈련 샘플을 이용하여 학습될 때 복수의 훈련 샘플이 전처리되는 과정의 흐름도이다.
- [23] 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 복수의 훈련 샘플 각각의 구체적인 전처리 과정을 도시하는 이미지이다.
- [24] 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델을 훈련 및 평가하기 위한 데이터세트의 준비 및 분할 과정을 도시하는 흐름도이다.
- [25] 도 5는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 다양한 신경망 모델을 이용하여 굴곡성기관지내시경 이미지를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지를 판별한 성능 결과를 비교한 표이다.
- [26] 도 6a 내지 도 6b는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 훈련 프로세스 동안 각 메트릭의 변화 및 훈련 데이터세트와 검증 데이터세트에 대한 최종 결과를 나타내는 그래프이다.
- [27] 도 7a는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델의 ROC 곡선을 나타내는 그래프이다.
- [28] 도 7b는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델의 정밀도 재현율 곡선을

나타내는 그래프이다.

[29] 도 8a는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 3원 판별(기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들의 성능 메트릭을 비교한 그래프이다.

[30] 도 8b는, 도 8a의 3원 판별(기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들 각각의 성능 메트릭의 오차 행렬이다.

[31] 도 8c는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 2원 판별(기관용골, 좌우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들의 성능 메트릭을 비교한 그래프이다. 도 8d는, 도 8c의 2원 판별(기관용골, 좌우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들 각각의 성능 메트릭의 오차 행렬이다.

[32] 도 9a 내지 도 9d는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 판별한 해부학적 위치의 영역이 파악되도록 해당 부분을 시각화하는 이미지이다.

[33] 도 10은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 클래스별로 각 평가자의 정밀도 및 재현율을 비교한 표이다.

발명의 실시를 위한 형태

[34] 여기서 사용되는 전문 용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 항목 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 항목 및/또는 성분의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[35] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

[36] 이하에서, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대하여 상세히 살펴본다.

[37] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치의 개략도이다.

[38] 도 1을 참조하면, 해부학적 위치를 판별하는 장치(이하, "해부학적 위치판별 장치")(1)는, 이미지획득 모듈(11) 및 신경망 모델(13)을 포함할 수 있다.

[39] 본 발명의 일 실시예에서, 이미지획득 모듈(11)은 피검사자의 기관지경 이미지를 획득한다. 상기 기관지경 이미지는 굴곡성기관지내시경검사를 받은 환자의 기관지경 이미지를 포함할 수 있다.

[40] 신경망 모델(13)은 상기 굴곡성기관지내시경 이미지의 전체 프레임에서 대상 영역에 표현된 객체를 기관용골(carina), 좌측 주기관지(left main bronchus) 및

- 우측 주기관지(right main bronchus) 중 하나로 판별한다.
- [41] 상기 신경망 모델은 복수의 훈련 샘플을 이용하여 굴곡성기관지내시경 이미지들이 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하도록 학습된 것이고, 상기 복수의 훈련 샘플 각각은 전처리 과정을 거친 이미지일 수 있다.
- [42] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 신경망 모델은 CNN모델일 수 있다.
- [43] 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델이 복수의 훈련 샘플을 이용하여 학습될 때 복수의 훈련 샘플이 전처리되는 과정의 흐름도이다.
- [44] 도 2를 참조하면, 복수의 훈련 샘플이 전처리되는 과정은 복수의 훈련 샘플 각각이 환자정보 및 굴곡성기관지내시경 이미지를 포함하는 원시이미지에서 환자정보를 포함하는 텍스트를 광학 문자 인식 엔진(Optical character recognition engine)에 의해, 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나의 클래스로 해부학적 위치가 라벨링되는 단계(S21) 및 상기 이미지에서 굴곡성기관지내시경 이미지 영역을 크로핑(cropping)하여 환자정보 영역이 제거되는 단계(S23)를 포함할 수 있다. 추가적으로, 전처리되는 과정은 이미지를 랜덤하게 회전하고 랜덤 반경의 원으로 크로핑하는 단계(S25)를 더 포함할 수 있다.
- [45] 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 복수의 훈련 샘플 각각의 구체적인 전처리 과정을 도시하는 이미지이다.
- [46] 도 3을 참조하면, 신경망 모델을 학습하기 위하여 복수의 훈련 샘플을 이용할 수 있다. 복수의 훈련 샘플 각각은 훈련 이미지 및 레이블 데이터를 포함하고, 각 훈련 이미지는 해당 훈련용 환자의 환자정보의 텍스트 및 굴곡성기관지내시경 이미지를 포함한 원시이미지에서 굴곡성기관지내시경 표시 영역의 적어도 일부 영역을 크로핑한 이미지이고, 각 훈련 이미지에 대한 레이블 데이터는 해당 훈련 이미지가 포함하는, 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 어느 하나의 객체의 해부학적 위치를 가리키는 것일 수 있다. 상기 레이블 데이터는 원시이미지에서 환자정보의 텍스트를 오픈-소스 광학 문자 인식 엔진(Tesseract, version 4.1.1, <https://tesseract-ocr.github.io/tessdoc/Home.html>)을 사용하여 자동으로 라벨링될 수 있다. 광학 문자 인식 성능을 향상시키기 위하여, 상기 원시이미지에서 컬러를 그레이(grey) 톤으로 변환한 후, OpenCV 라이브러리(버전 4.4.0, <https://opencv.org>)를 사용하여 이진 임계화(binary threshold)가 적용된 이미지로부터 인식될 수 있다.
- [47] 일 실시예에서, 환자정보를 포함하는 텍스트로부터 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 어느 하나에 대응하는 문자열을 추출하는 것이 실패할 경우, 상기 원시이미지에 표시된 텍스트를 확대하여 상기 대응하는 문자열을 추출하여 상기 레이블 데이터를 획득할 수 있다.
- [48] 일 실시예에서, 원시이미지에 표시된 텍스트를 사이즈 대비 2배 내지 10배로 순차적으로 확대하여 대응하는 문자열을 추출하여 상기 레이블 데이터를

획득할 수 있다.

- [49] 모든 인식된 텍스트 문자열들은 소문자로 변환될 수 있다. 'ca'를 포함하는 임의의 문자열이 발견되면, 그 이미지는 기관용골 클래스에 할당되었다. 동일한 방식으로, "left main", "lt main" 또는 "lm"은 좌측 주기관지 클래스에 할당되고, "right main", "right main", "rt main", 또는 "rm"은 우측 주기관지 클래스에 할당되었다.
- [50] 상기 이미지에서 굴곡성기관지내시경 이미지 영역을 크로핑(cropping)하여 환자정보 영역이 제거되는 전처리 과정을 거칠 수 있다. 추가적으로, 상기 신경망 모델은 굴곡성기관지내시경 표시 영역을 적어도 일부 크로핑한 이미지를 랜덤하게 회전하고 랜덤 배경의 원으로 추가 크로핑한 복수의 훈련 샘플을 이용하여 추가 훈련될 수 있다. 크로핑된 이미지는 224x224 픽셀로 크기 조정될 수 있다.
- [51] 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델을 훈련 및 평가하기 위한 데이터세트의 준비 및 분할 과정을 도시하는 흐름도이다.
- [52] 도 4를 참조한 일 실시예에서, 3,216명의 피검사자가 굴곡성기관지내시경 검사를 받았다. 통신 시스템을 통해, 연령, 성별 및 진단에 관계없이 텍스트 주석을 포함하는 47,447개의 이미지를 다운로드하였다. 자동화된 라벨링에서, 9,793개의 이미지는 기관용골 클래스(3,228), 좌측 주기관지 클래스(3,471) 및 우측 주기관지 클래스(3,904)에 배치되었다. 이들 중에서, 1,105개의 부적절한 이미지가 수동 평가에 의해 버려졌다. 최종적으로, 기관용골 클래스의 3,100개, 좌측 주기관지 클래스의 2,901 및 우측 주기관지 클래스의 2,687개의 총 8,688개의 이미지가 실험을 위해 준비되었다. 평가 데이터세트는 8,688개의 이미지 중 무작위로 180개가 선택되었다. 평가 데이터세트에 대한 180개의 이미지를 제외하고, 나머지 8,508개의 이미지 중 80%(6,806)가 훈련 데이터세트에 할당되었고, 70%(1,191)가 검증 데이터세트에 할당되었다. 마지막으로, 신경망 모델 평가를 위해 시험 데이터세트에 511개의 이미지를 할당하였다. 전처리는 모든 데이터세트에 대해 수행되었고, 2,382개의 원래의 이미지를 추가함으로써 검증 데이터세트에 사용하였다.
- [53] 도 5는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 다양한 신경망 모델을 이용하여 굴곡성기관지내시경 이미지를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지를 판별한 성능 결과를 비교한 표이다.
- [54] 도 5를 참조하면, 여러 모델 중 EfficientNetB1모델은 검증 데이터세트에 대해 최저 범주형 교차 엔트로피 값(0.3047) 및 최고 정확도(0.8871)를 나타내었다. 또한, EfficientNetB1모델은 시험 데이터세트에 대해 가장 높은 정확도(0.8630)를 가졌다. 정밀도 및 재현율은 시험 데이터세트에 대해 각각 0.8661 및 0.8652였다. 따라서, EfficientNetB1 모델이 본 발명의 신경망 모델로서 가장 적합할 수 있다.
- [55] 추가적으로, 사전 학습된 모델들은 판별 작업에 따라 추가적으로 수정되어, 대상 이미지에서 해부학적 위치를 판별하는데 사용될 수도 있다. 일 실시예에서,

해부학적 위치를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하는 작업이 요구되는 경우, 사전 학습된 모델의 완전 연결층이 활성화 함수(예를 들어, Softmax 함수)에 의해 활성화된 3개의 완전 연결 노드로 대체될 수도 있다. 상기 해부학적 위치판별 장치는 상기 수정된 신경망 모델을 사용하여 입력 데이터세트의 3항 클래스를 분류할 수 있다. 추가적으로, 입력 배열의 형태, 손실 함수가 더 수정될 수 있다. 예를 들어, 입력 형태가 각기 다른 사전 학습된 모델들의 입력 배열의 형태를 (224, 224, 3)으로 설정할 수 있고, 10개의 모델 모두에 동일한 훈련 프로세스가 적용될 수 있다.

- [56] 도 6a 및 도 6b는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 훈련 프로세스 동안 각 메트릭의 변화 및 훈련 데이터세트와 검증 데이터세트에 대한 최종 결과를 나타내는 그래프이다.
- [57] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, EfficientNetB1 모델은 392 에포크(Epoch)에서 검증 데이터세트에 대한 최저 범주형 교차 엔트로피 값(0.3047) 및 최고 정확도(0.8871)를 나타낸다. 훈련 데이터세트 및 검증 데이터세트 모두에서, 손실 함수는 최소값을 향해 수렴하였다. 훈련 초기에, 정밀도가 주로 개선되었고, 학습이 진행됨에 따라, 재현율이 그에 따라 증가되었다.
- [58] 도 7a는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델의 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선을 나타내는 그래프이다.
- [59] 도 7b는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 신경망 모델의 정밀도 재현율 곡선을 나타내는 그래프이다.
- [60] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 신경망 모델에 의해, 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지를 예측하기 위한 AUC는 각각 0.9833, 0.9765 및 0.9657이었다. 클래스-평균 AUC는 0.9752였다. 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지를 예측하기 위한 정밀도 재현율 곡선 아래의 면적은 각각 0.9674, 0.9616 및 0.9439였다. 정밀도 재현율 곡선 아래의 클래스-평균 면적은 0.9673이었다.
- [61] 도 8a는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 3원 판별(기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들의 성능 메트릭을 비교한 그래프이고, 도 8b는, 도 8a의 3원 판별(기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들 각각의 성능 메트릭의 오차 행렬이다.
- [62] 도 8a 및 8b를 참조하면, A1, A2, 및 A3은 각각 1년, 15년 및 24년 경력의 마취 전문의이고, P1, P2 및 P3은 각각 12년, 14년 및 20년 경력의 폐질환 전문의이다. 3원 판별에서, A1은 인간 전문가 중 가장 낮은 정확도(0.3800)를 보인 반면, P3은 가장 높은 정확도(0.8150)를 보였다. 본 발명의 신경망 모델은 인간 전문가보다 정확도(0.8400)가 더 높았다. 즉, 신경망 모델은 인간 전문가보다 판별 성능이 월등히 뛰어났다.
- [63] 도 8c는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 2원 판별(기관용골, 좌우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들의 성능 메트릭을 비교한 그래프이다. 도

8d는, 도 8c의 2원 판별(기관용골, 좌우측 주기관지)에 대한 신경망 모델과 인간 전문가들 각각의 성능 메트릭의 오차 행렬이다.

- [64] 도 8c 및 도 8d를 참조하면, P3의 정확도(0.9300)가 신경망 모델의 정확도(0.9100)을 능가한다는 점을 제외하고 전체 결과는 3원 판별과 유사했지만, 그 차이는 크지 않았다($P=0.5572$). 따라서, 본 발명의 신경망 모델의 판별 수행이 대부분의 인간 전문가들의 판별 수행보다 뛰어났고, 가장 경험이 많은 폐학자의 판별 수행과 비슷하였다는 것이 입증되었다.
- [65] 도 9a 내지 도 9d는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 판별한 해부학적 위치의 영역이 파악되도록 해당 부분을 시각화하는 이미지이다.
- [66] 도 9a 내지 도 9d를 참조하면, 해부학적 위치판별 장치는 신경망 모델이 판별한 객체의 부분을 굴곡성기관지내시경 이미지에 표시하여 시각화하는 디스플레이를 더 포함할 수 있다. 상기 디스플레이 상에 판별된 객체의 부분을 시각화할 경우, 점진적 등급 활성 맵(Gradient-weighted CAM, Grad-CAM) 모델을 이용하여 CAM 이미지를 출력할 수 있다.
- [67] 본 발명의 일 실시예에서 상기 신경망 모델(13)의 판별이 완료된 후에, 내부의 가중치(weight)와 특징 맵(feature map)을 이용해 각각의 클래스에 대한 활성도를 이미지로 표시해주며, 여기서 특징 맵(feature map)은 이미지에 합성곱 연산을 한 뒤 만들어진 특징(feature)들을 의미한다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 점진적 등급 활성 맵(Grad-CAM)을 구하는 방법은 합성곱(convolution)을 통과한 특징 맵(feature map)과 각각의 등급에 대한 특정 클래스로 판별할 점수(logit 값)의 그라디언트(gradient)에 합성곱(convolution)을 통과한 특징 맵(feature map)의 곱을 이용해 구한다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 점진적 등급 활성 맵(Grad-CAM)은, 기존에 나와 있던 등급 활성 맵(CAM)이라는 구조가 범용적으로 사용될 수 없다는 단점을 극복하고 거의 모든 CNN구조에서 사용 가능하다. 이와 같은 방법으로 뽑은 점진적 등급 활성 맵(Grad-CAM)을 굴곡성기관지내시경 이미지 사이즈로 바꿔서 겹치면, 굴곡성기관지내시경 이미지에서 어떤 부분 때문에 특정 클래스로 판별되었는지 확인할 수 있다.
- [68] 도 9a 내지 도 9b를 참조하면, 홀수 행 및 짝수 행은 매칭된 원본 이미지 및 원형 크로핑된 이미지를 각각 나타낸다.
- [69] 도 9a 내지 도 9c 각각은 본 발명의 해부학적 위치판별부(13)가 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지를 정확하게 예측한 것을 도시한다. 도 9d는 이미지가 크로핑되었는지 여부에 따라 추론이 변경된 경우를 도시한다. 도 9d를 참조하면, A7은 진정한 기관용골이고, 크로핑된 A8은 우측 주기관지로 판별되었으며, B7은 진정한 좌측 주기관지고, 크로핑된 B8은 기관용골로 판별되었다. C7은 진정한 우측 주기관지고, 크로핑된 C8은 우측 주기관지로 판별되었다. E7은 우측 주기관지로 판별된 기관용골이고, E8은 진정한 기관용골이다. F7은 우측 주기관지로 판별되는 좌측 주기관지고, F8은 진정한 좌측 주기관지다. G7은 좌측 주기관지로 판별되는 우측 주기관지고, G8은 진정한 우측 주기관지로

판별되었다. 따라서, 이미지의 크로핑 여부에 따라 판별 결과가 달라지는 것을 확인하였다.

- [70] 도 9a 내지 도 9c를 참조하면, 상기 신경망 모델은 굴곡성기관지내시경 이미지로부터 특징을 추출하고, 추출된 특징에 기초하여 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하고, 추출되는 특징이 이미지 내 기관지 연골 및 후방 근육을 기하학적으로 형상화된 제1 특징일 경우, 이미지의 객체를 기관용골로 판별하고, 추출되는 특징이 이미지 내 2차 및 3차 기관지 사이의 접합부를 포함하는 깊이 구조를 기하학적으로 형상화한 제2 특징일 경우, 이미지의 객체를 좌측 주기관지 또는 우측 주기관지로 판별하였다.
- [71] 도 10은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 클래스별로 각 평가자의 정밀도 및 재현율을 비교한 표이다.
- [72] 도 10, 다시 도 8b 및 도 8d를 참조하면, 마취 전문의(A1, A2, A3)가 기관용골과 좌측 주기관지를 구별하는 정확도와 재현율은 본 발명의 신경망 모델 및 폐질환 전문의와 대비하여 더 낮았지만, 우측 주기관지에 대한 재현율은 더 나쁜 결과를 보였다. 이는 이중관 기관내튜브는 일반적으로 기관용골과 좌측 주기관지에 위치하기 때문에, 마취 전문의는 두 구조 모두에 더 익숙할 수 있지만, 우측 주기관지에 대한 접근 빈도는 낮을 수 있기 때문이다. 이러한 결과를 고려할 때, 본 발명의 신경망 모델을 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치는 마취 절차에서 수행되는 굴곡성기관지내시경 검사 시 가장 경험이 풍부한 폐질환 전문의의 능력과 비슷하게 해부학적 구조를 식별하여 마취 전문의를 보조할 수 있다.
- [73] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 방법은 이미지 획득 모듈에 의하여, 굴곡성기관지내시경 이미지를 획득하는 단계; 및 신경망 모델에 의하여 상기 굴곡성기관지내시경 이미지를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하는 단계; 를 포함할 수 있다. 추가적으로, 상기 방법은 상기 신경망 모델이 판별한 객체의 부분을 디스플레이 상의 굴곡성기관지내시경 이미지에 표시하여 시각화하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [74] 이와 같은 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치 및 방법에 따르면, 본 발명은 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지를 판별하여 우수한 정확도로 해부학적 위치를 예측함으로써 검사자들을 직접 보조할 수 있고, 짧은 추론 시간을 통해 시간을 절약할 수 있다.
- [75] 이상에서 설명한 실시예들에 따른 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 방법에 의한 동작은 적어도 부분적으로 컴퓨터 프로그램으로 구현되어, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 예를 들어, 프로그램 코드를 포함하는 컴퓨터-판독가능 매체로 구성되는 프로그램 제품과 함께 구현되고, 이는 기술된 임의의 또는 모든 단계, 동작, 또는 과정을 수행하기 위한 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

- [76] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 방법은 프로세서를 포함한 컴퓨팅 장치에 의해 수행될 수 있다. 상기 컴퓨팅 장치는 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 노트북, 스마트폰, 이와 유사한 것과 같은 컴퓨팅 장치일 수도 있고 통합될 수도 있는 임의의 장치일 수 있다. 컴퓨터는 하나 이상의 대체적이고 특별한 목적의 프로세서, 메모리, 저장공간, 및 네트워킹 구성요소(무선 또는 유선 중 어느 하나)를 가지는 장치다. 상기 컴퓨터는 예를 들어, 마이크로소프트의 윈도우와 호환되는 운영 체제, 애플 OS X 또는 iOS, 리눅스 배포판(Linux distribution), 또는 구글의 안드로이드 OS와 같은 운영 체제(operating system)를 실행할 수 있다.
- [77] 상기 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 신원확인 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장신원확인 장치 등을 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다. 또한, 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 실시예가 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 용이하게 이해될 수 있을 것이다.
- [78] 이상에서 살펴본 본 발명은 도면에 도시된 실시예들을 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위 내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

산업상 이용가능성

- [79] 본 발명의 실시예들의 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치 및 방법은, 기관용골(carina), 좌측 주기관지(left main bronchus) 및 우측 주기관지(right main bronchus)를 우수한 정확도로 판별하여 해부학적 위치를 예측함으로써 검사자들의 임상적 의사 판단에 도움을 줄 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 방법으로서,
이미지획득 모듈에 의하여, 굴곡성기관지내시경 이미지를 획득하는 단계; 및
신경망 모델에 의하여, 상기 굴곡성기관지내시경 이미지의 전체 프레임에서 대상 영역에 표현된 객체를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하는 단계; 를 포함하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 신경망 모델은 복수의 훈련 샘플로 이루어진 제1 세트를 이용하여 굴곡성기관지내시경 이미지들이 입력되면 기관용골(carina), 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하도록 학습된 것이고,
상기 제1 세트의 복수의 훈련 샘플 각각은:
훈련 이미지 및 레이블 데이터를 포함하고,
각 훈련 이미지는 해당 훈련용 환자의 환자정보의 텍스트 및 굴곡성기관지내시경 이미지를 포함한 원시이미지에서 굴곡성기관지내시경 표시 영역의 적어도 일부 영역을 크로핑한 이미지이고,
각 훈련 이미지에 대한 레이블 데이터는 해당 훈련 이미지가 포함하는, 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 어느 하나의 객체의 해부학적 위치를 가리키는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 레이블 데이터는 상기 원시이미지에서 상기 환자정보의 텍스트를 문자 인식 엔진(character recognition engine)에 의해 인식한 결과인 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 신경망 모델은 복수의 훈련 샘플로 이루어진 제2 세트를 이용하여 추가로 훈련되며,
상기 제2 세트의 상기 훈련 이미지는 굴곡성기관지내시경 표시 영역을 적어도 일부 크로핑한 이미지를 랜덤하게 회전하고 랜덤 반경의 원으로 추가 크로핑한 것을 포함하는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 레이블 데이터는
상기 원시이미지에서 컬러를 그레이(grey) 톤으로 변환한 후, 이진

임계화(binary threshold)를 적용된 이미지로부터 인식된 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.

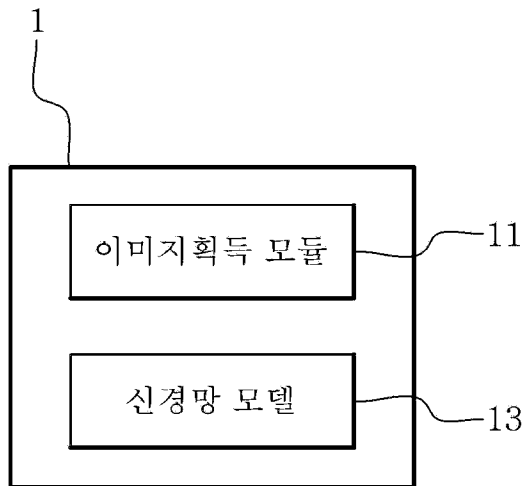
- [청구항 6] 제3항에 있어서,
환자정보를 포함하는 텍스트로부터 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 어느 하나에 대응하는 문자열을 추출하는 것이 실패할 경우, 상기 원시이미지에 표시된 텍스트를 확대하여 상기 대응하는 문자열을 추출하여 상기 레이블 데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 원시이미지에 표시된 텍스트를 사이즈 대비 2배 내지 10배로 순차적으로 확대하여 대응하는 문자열을 추출하여 상기 레이블 데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 신경망 모델은 굴곡성기관지내시경 이미지로부터 특징을 추출하고, 추출된 특징에 기초하여 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하고,
상기 신경망 모델은:
추출되는 특징이 이미지 내 기관지 연골 및 후방 근육을 기하학적으로 형상화된 제1 특징일 경우, 이미지의 객체를 기관용골로 판별하고,
추출되는 특징이 이미지 내 2차 및 3차 기관지 사이의 접합부를 포함하는 깊이 구조를 기하학적으로 형상화한 제2 특징일 경우, 이미지의 객체를 좌측 주기관지 또는 우측 주기관지로 판별하는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 신경망 모델이 판별한 객체의 부분을 디스플레이 상의 굴곡성기관지내시경 이미지에 표시하여 시각화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 시각화하는 단계는 Grad-CAM(Gradient-weighted CAM) 모델을 이용하는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 신경망 모델은 CNN 모델인 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치를 판별하는 방법.
- [청구항 12] 굴곡성기관지내시경 이미지를 이용하여 해부학적 위치를 판별하는 장치로서,
굴곡성기관지내시경 이미지를 획득하는 이미지획득 모듈; 및
상기 굴곡성기관지내시경 이미지의 전체 프레임에서 대상 영역에 표현된 객체를 기관용골, 좌측 주기관지 및 우측 주기관지 중 하나로 판별하는

신경망 모델; 및

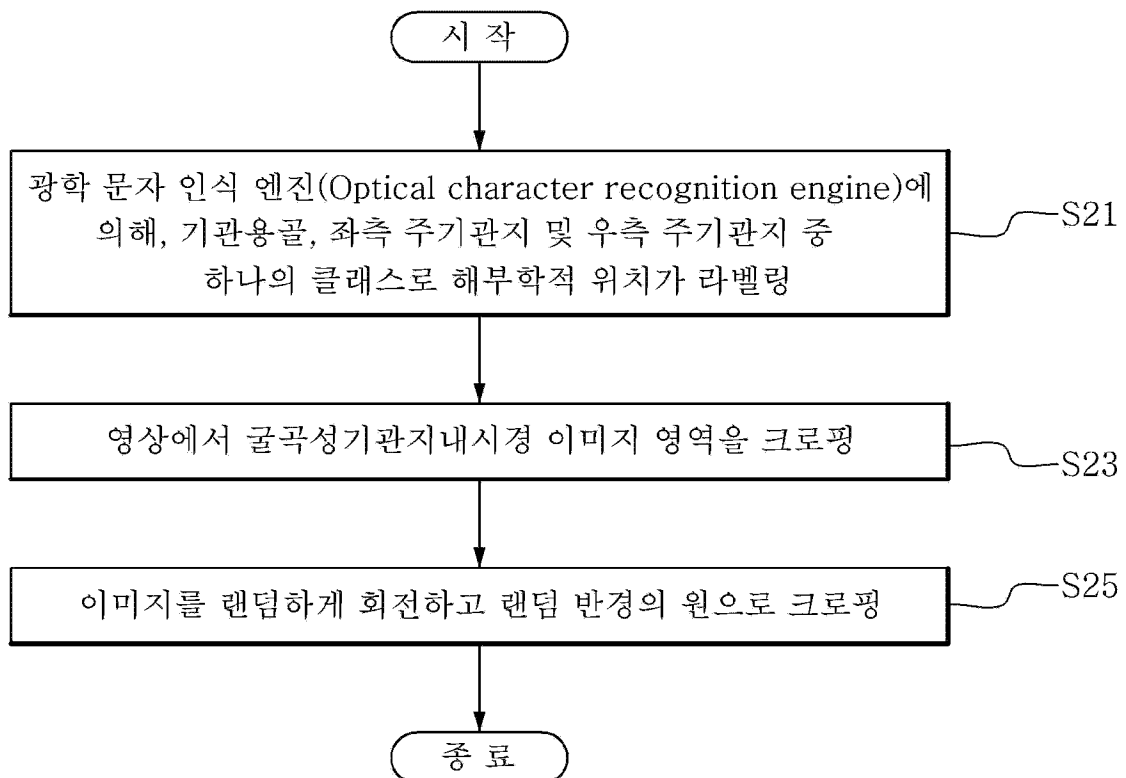
상기 신경망 모델이 판별한 객체의 부분을 굴곡성기관지내시경 이미지에 표시하여 시각화하는 디스플레이;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 해부학적 위치 판별 장치.

[청구항 13] 제12항의 장치를 포함하는 굴곡성기관지내시경검사(fiberoptic bronchoscopy) 장치.

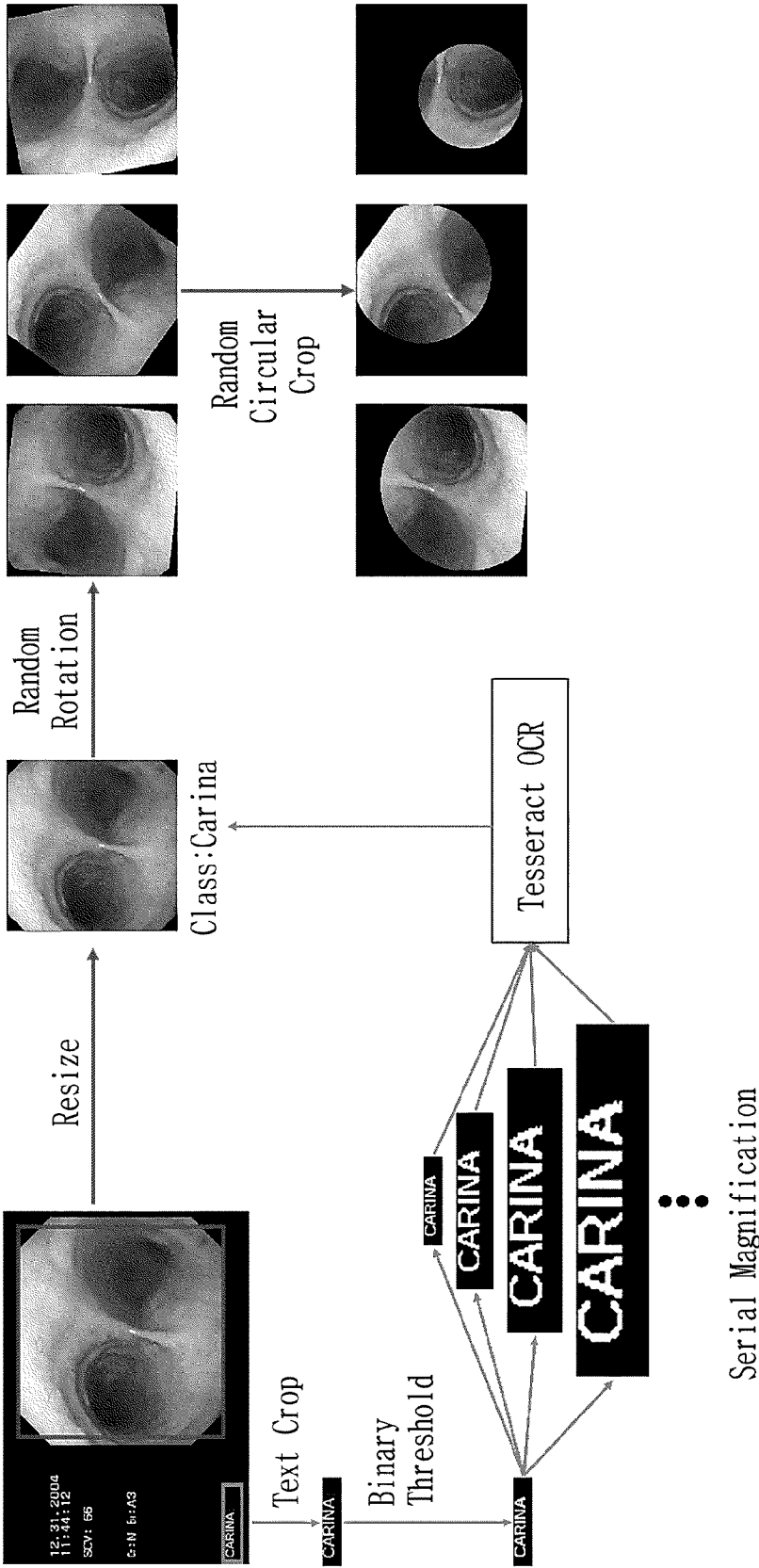
[도1]



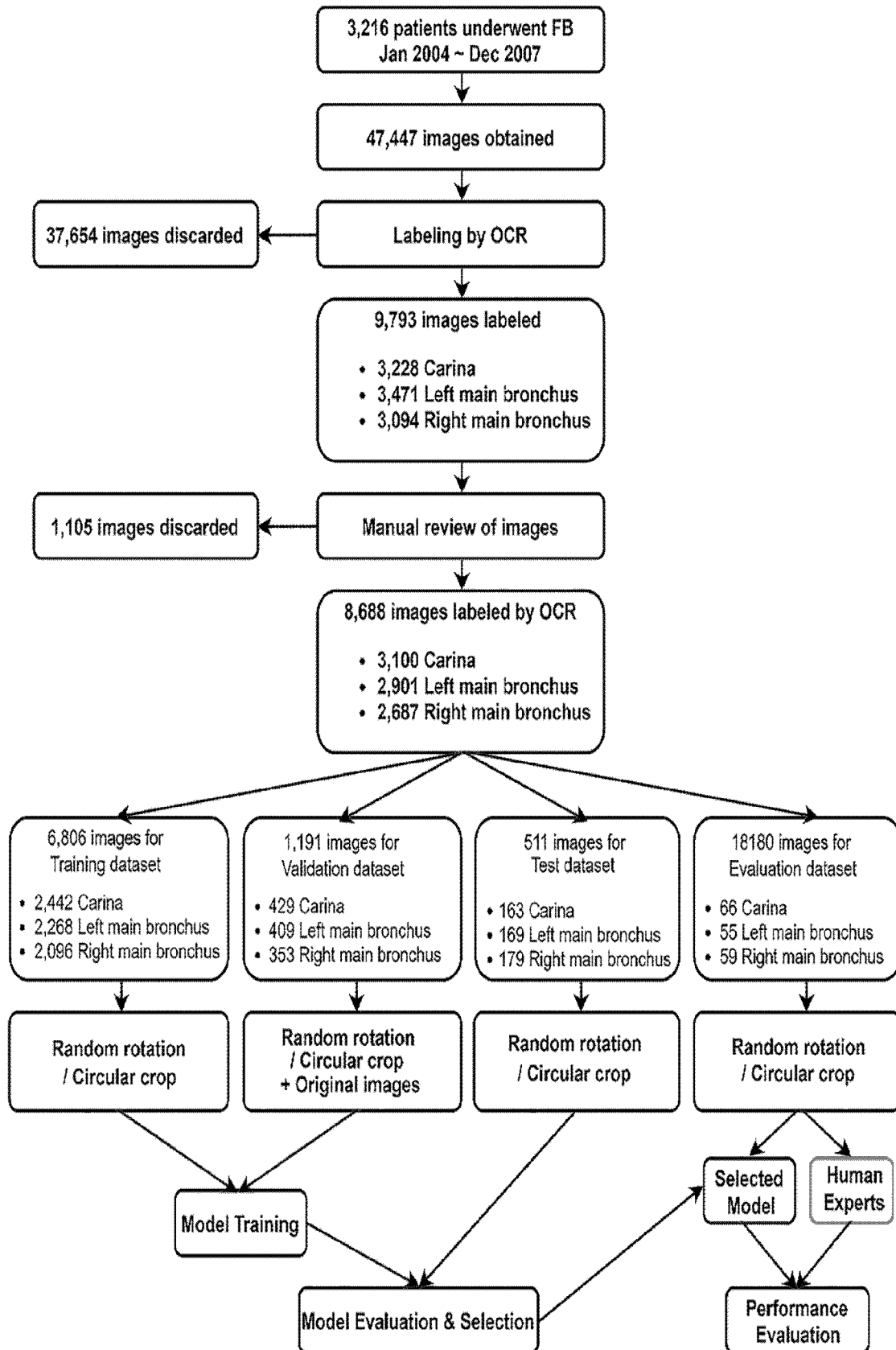
[도2]



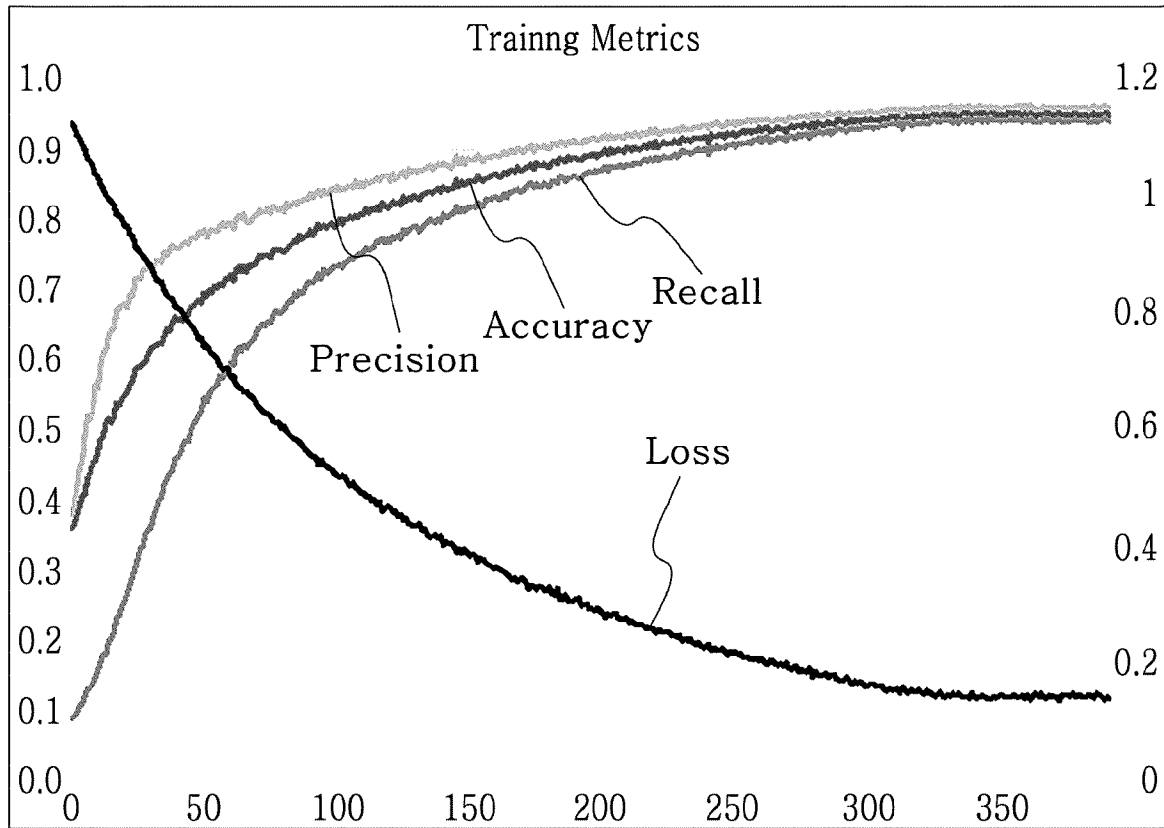
[도3]



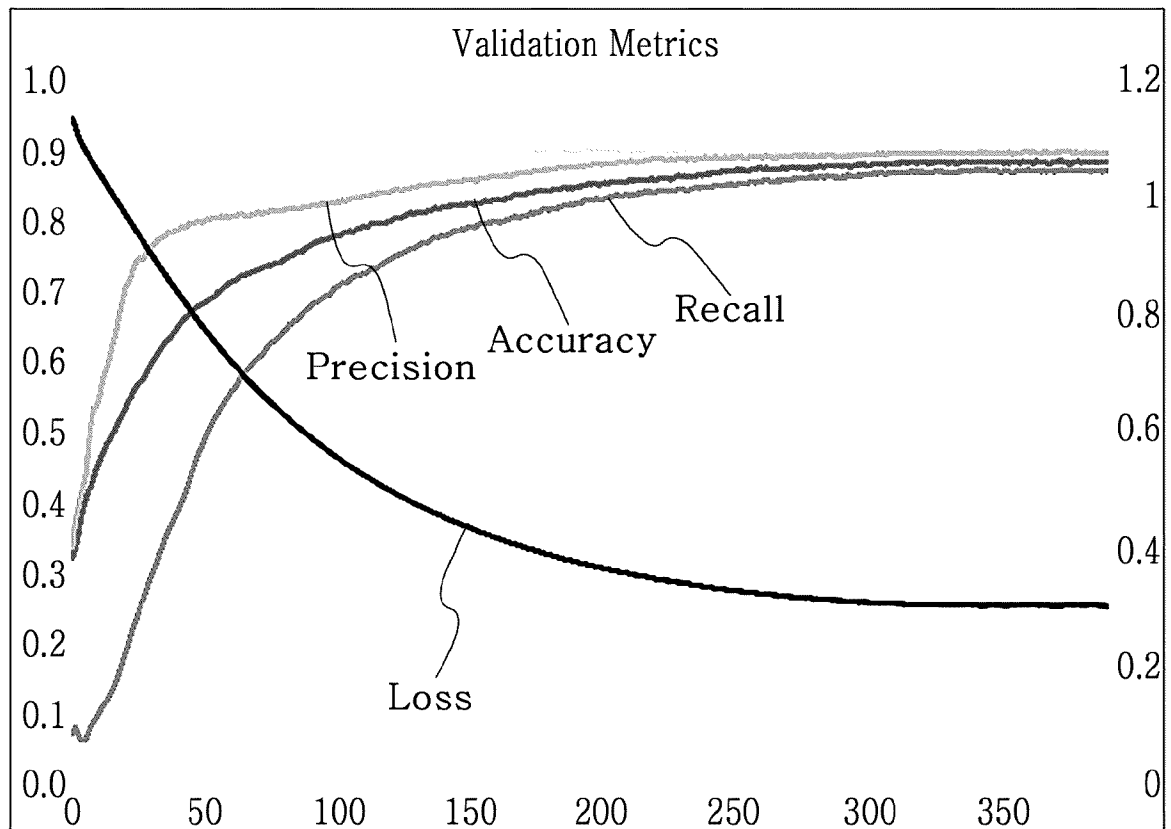
[도4]



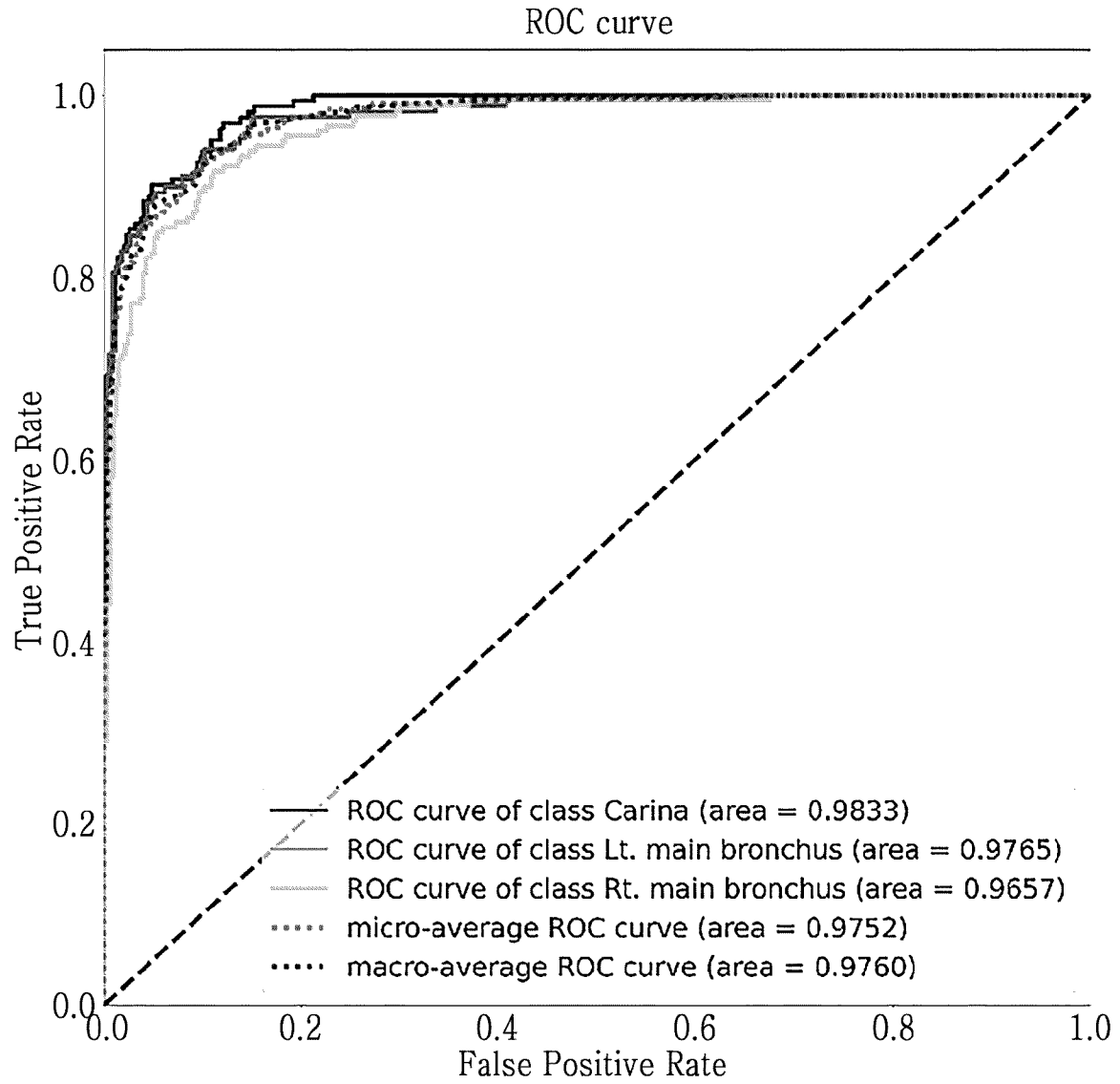
[도6a]



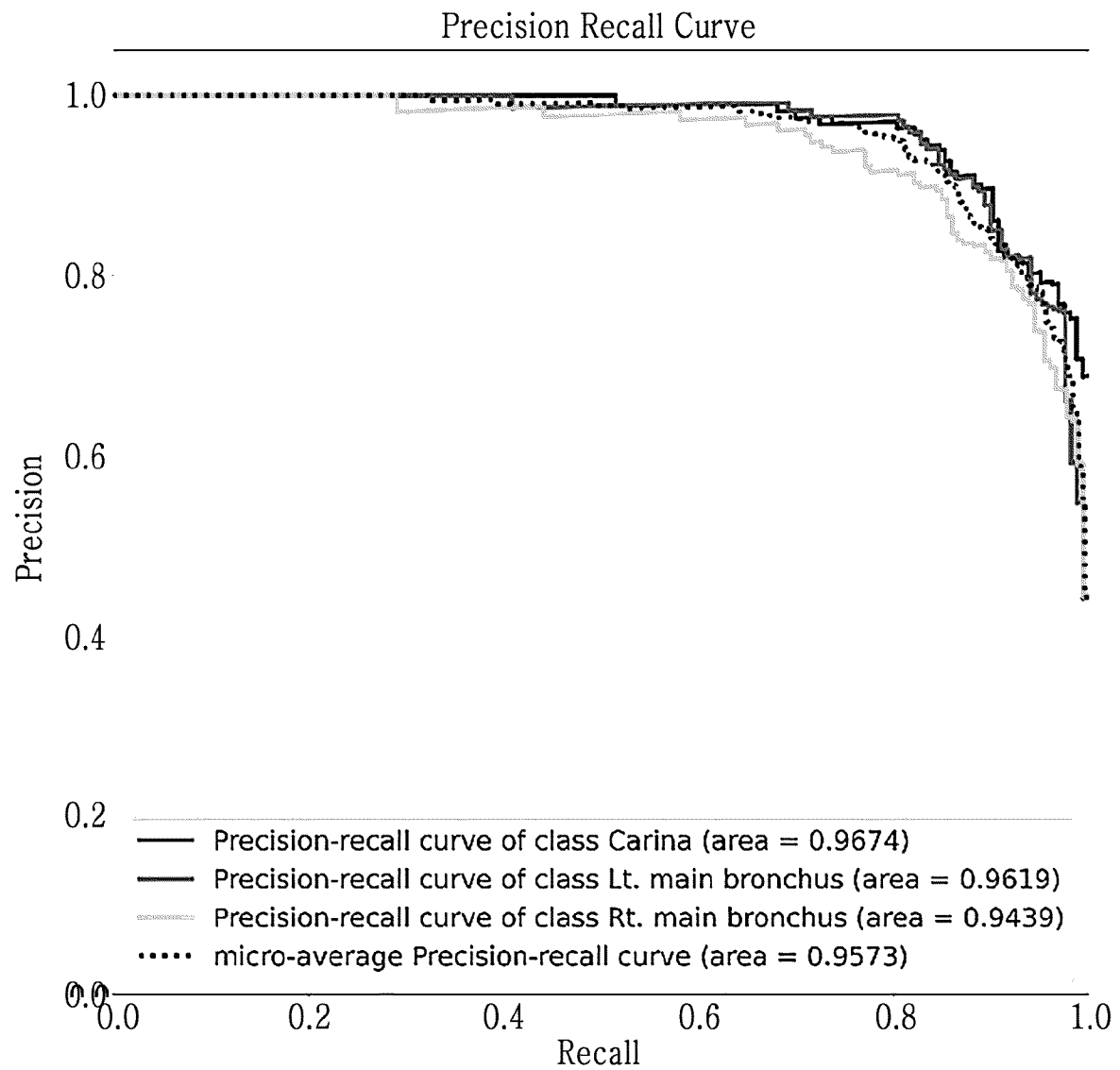
[도6b]



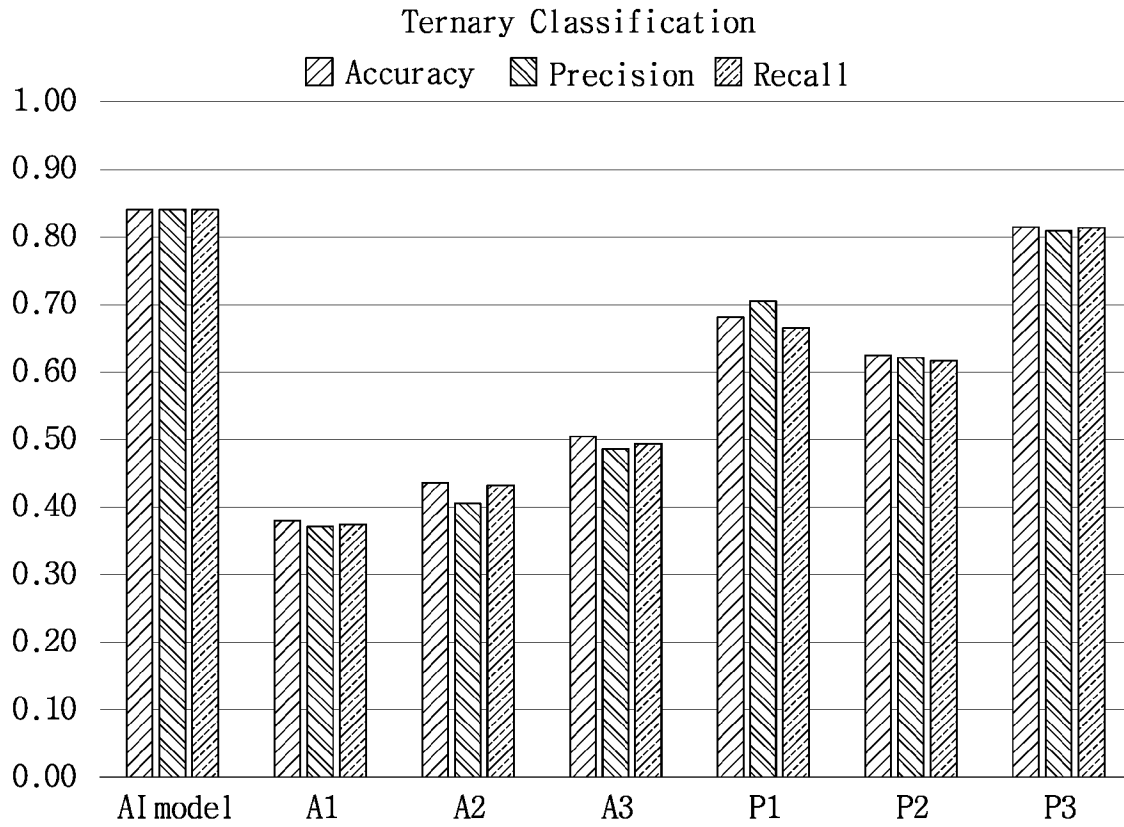
[도7a]



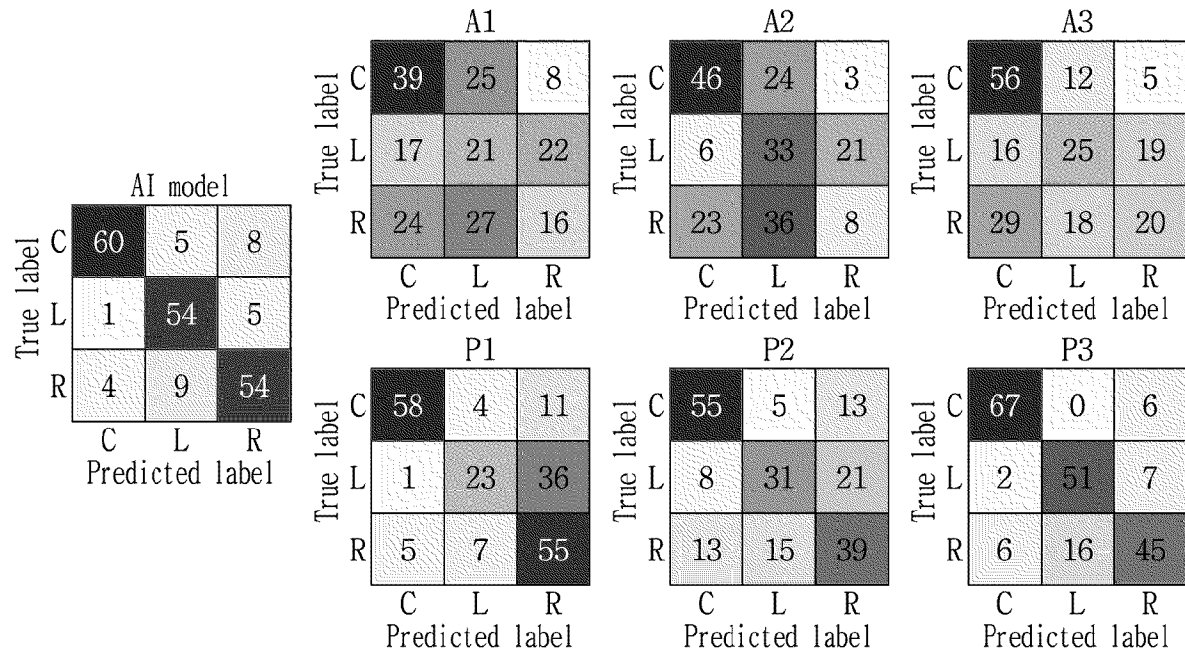
[도7b]



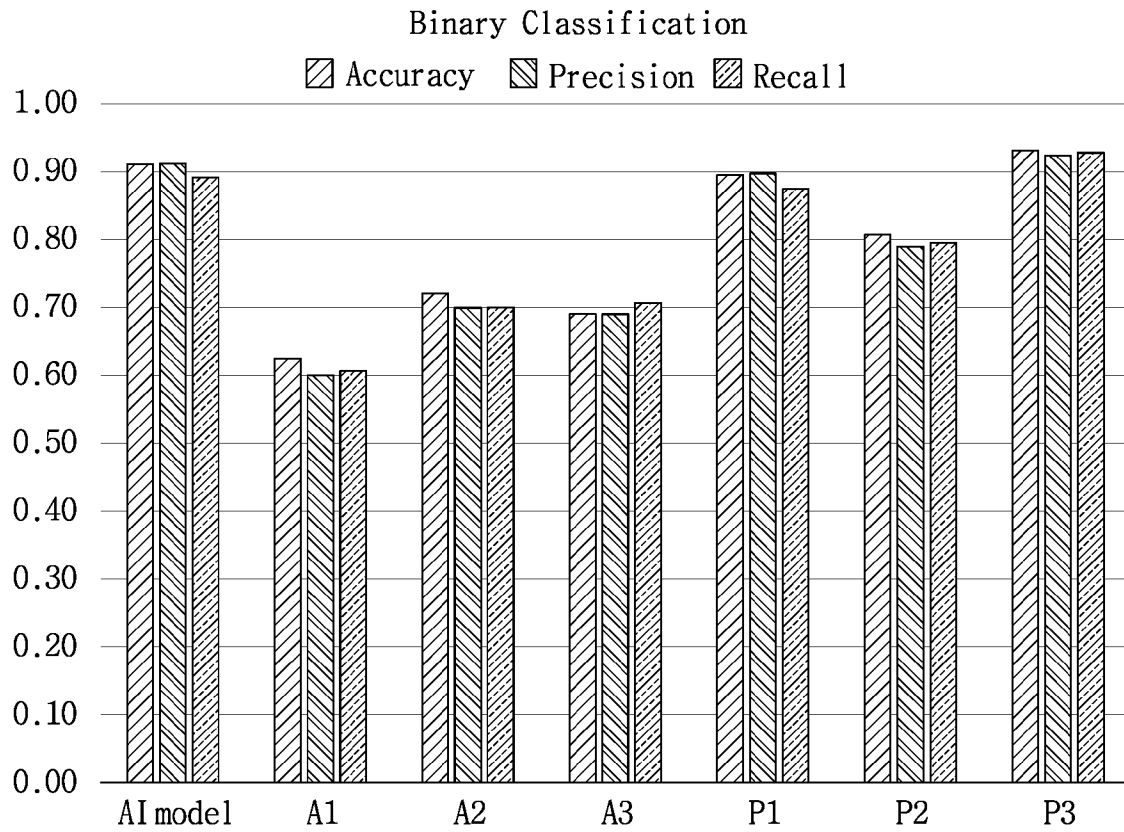
[도8a]



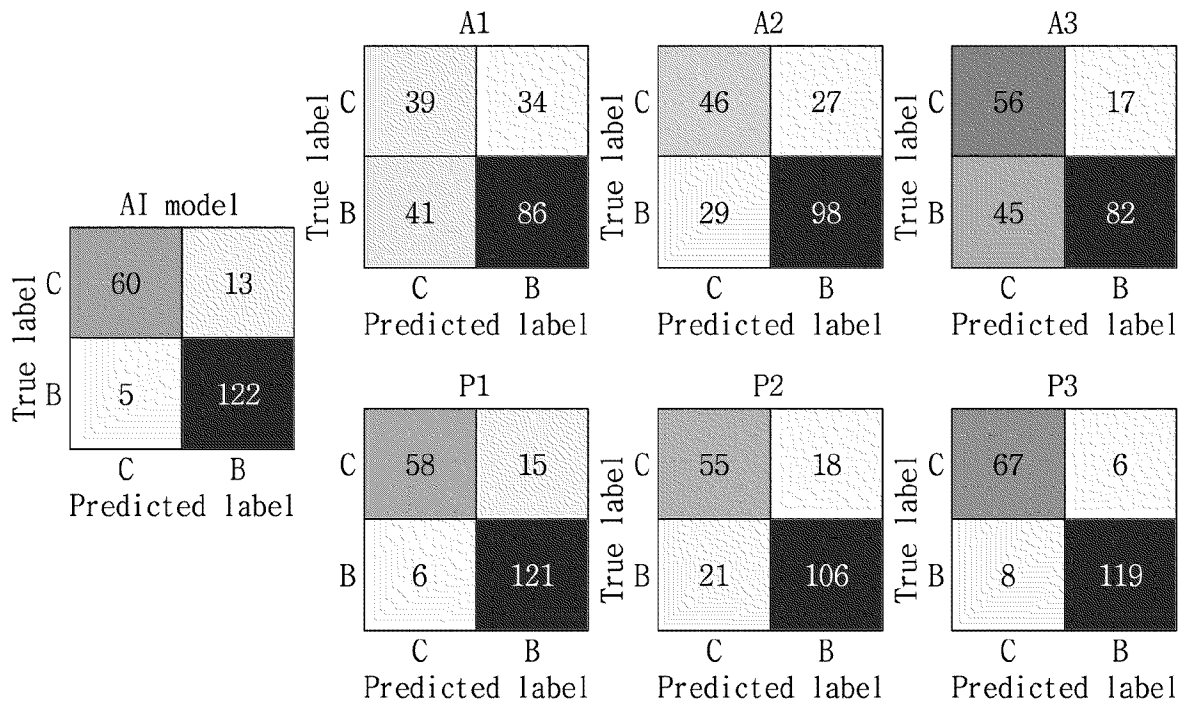
[도8b]



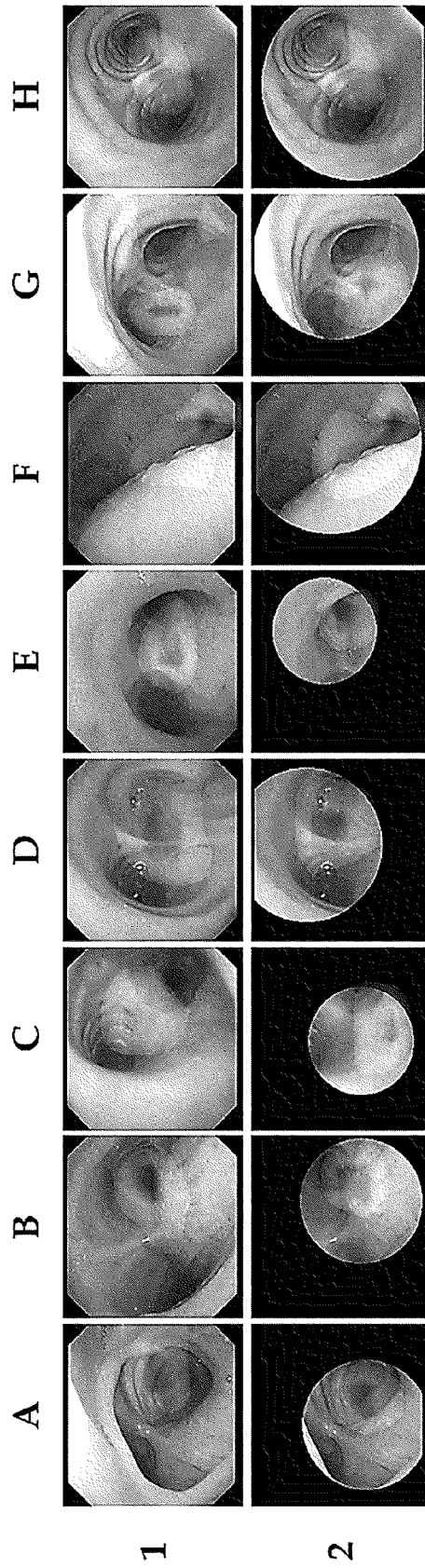
[도8c]



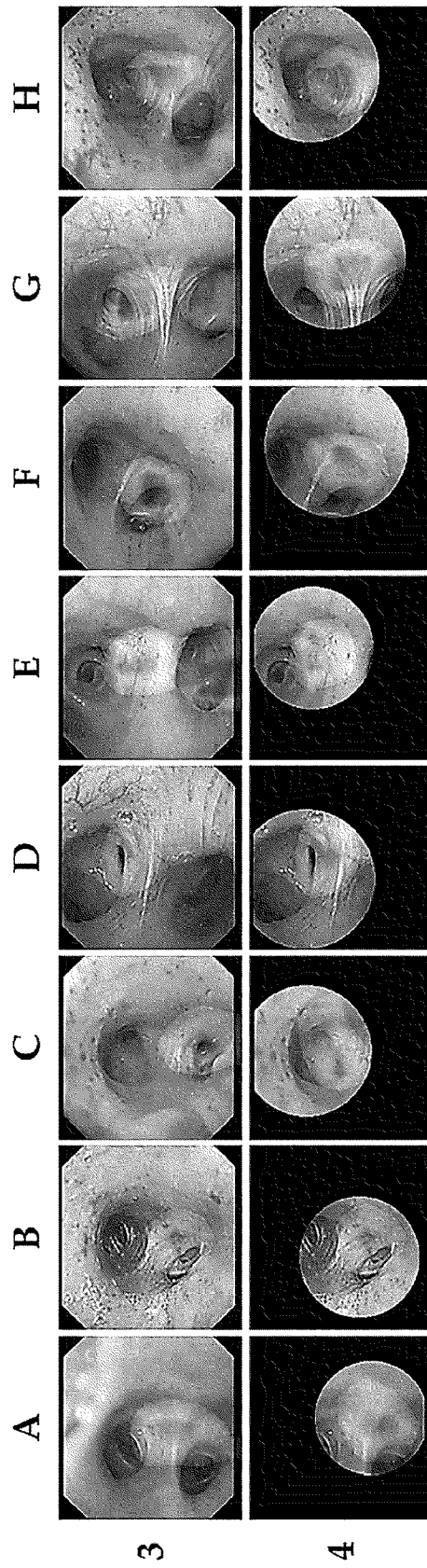
[도8d]



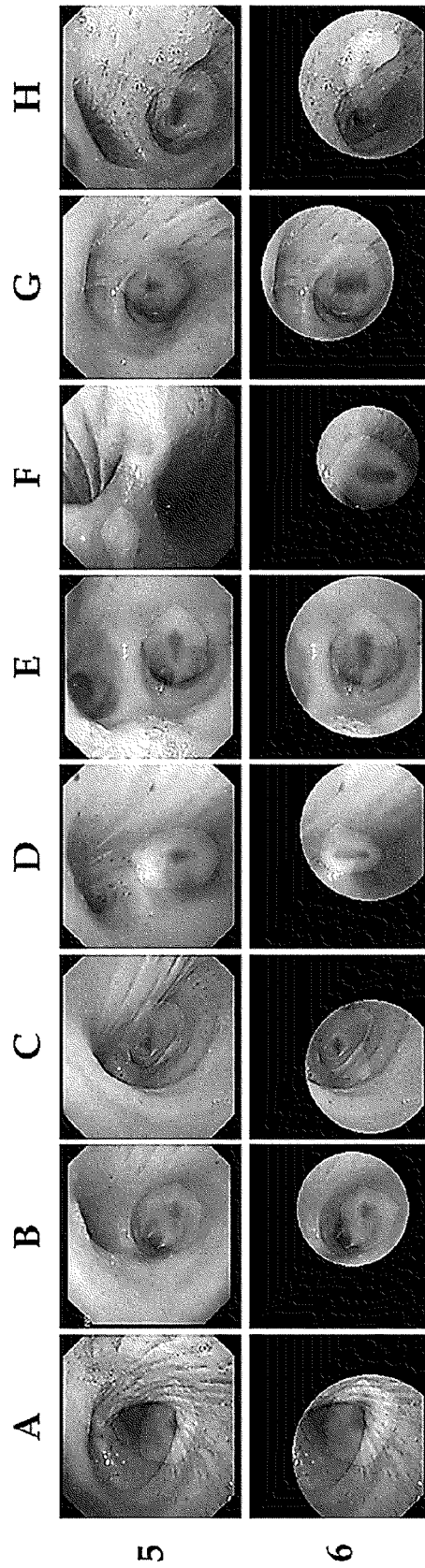
[도9a]



[도9b]



[도9c]



[도9d]

H

G

F

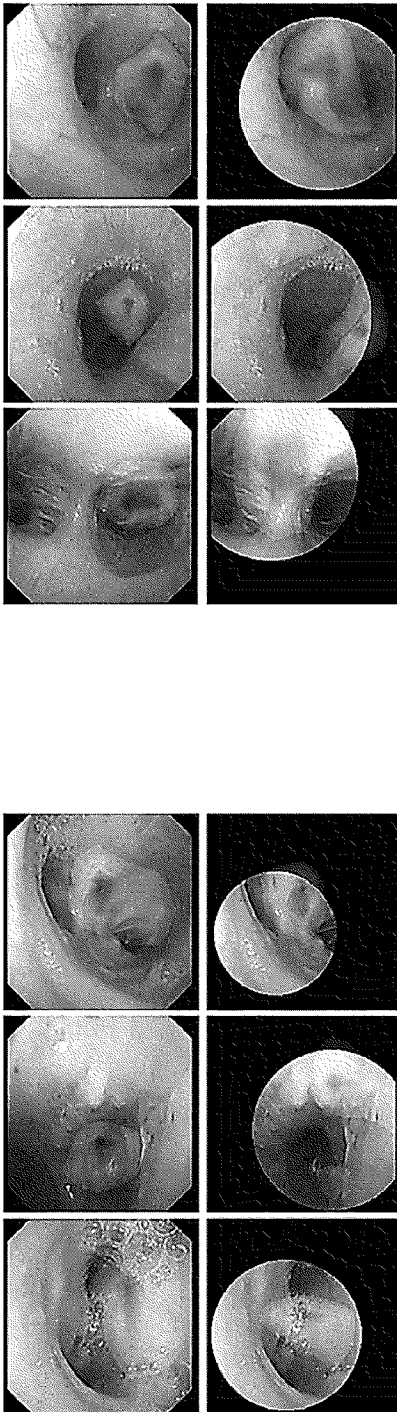
E

D

C

B

A



7

8

[도10]

Evaluators	Precision			Recall		
	Carina	LM	RM	Carina	LM	RM
AI model	0.9231	0.7941	0.8060	0.8219	0.9000	0.8060
A1	0.4875	0.2877	0.3404	0.5342	0.3500	0.2388
A2	0.6133	0.3548	0.2500	0.6301	0.5500	0.1194
A3	0.5545	0.4545	0.4545	0.7671	0.4167	0.2985
P1	0.9062	0.6765	0.5392	0.7945	0.3833	0.8209
P2	0.7237	0.6078	0.5342	0.7534	0.5167	0.5821
P3	0.8933	0.7612	0.7759	0.9178	0.8500	0.6716

AI, artificial intelligence, LM, left main bronchus, RM, right main bronchus, A1, A2, and A3 are anesthesiologists with 1, 15, and 24 years of specialist experience, and P1, P2, and P3 are pulmonologists with 12, 14, and 20 years of specialist experience work in a referral university hospital.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/004529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B 1/00 (2006.01)i; A61B 1/267 (2006.01)i; G16H 30/40 (2018.01)i; G16H 50/20 (2018.01)i; G16H 20/40 (2018.01)i; A61M 16/00 (2006.01)i; A61M 16/01 (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B 1/00(2006.01); A61B 1/31(2006.01); A61B 34/30(2016.01); G16H 10/60(2018.01); G16H 30/40(2018.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 내시경(endoscope), 기관지(bronchial tubes), 학습(learning), 문자(text), 인식(recognition), 위치(position)																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2020-0073245 A (AURIS HEALTH, INC.) 23 June 2020 (2020-06-23) See paragraphs [0092], [0110]-[0115] and [0132]-[0137]; claims 10, 19 and 30; and figures 15-29.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2019-0105210 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 16 September 2019 (2019-09-16) See paragraphs [0040]-[0049]; claims 11-15; and figures 1 and 4-5.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2037303 B1 (AJOU UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 28 October 2019 (2019-10-28) See paragraphs [0016]-[0052]; claims 1, 3 and 9-12; and figures 1-6.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018-0296281 A1 (BIO-MEDICAL ENGINEERING (HK) LIMITED) 18 October 2018 (2018-10-18) See paragraphs [0095]-[0231]; claims 1-30; and figures 1A-25.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011-0282151 A1 (TROVATO, Karen Irene et al.) 17 November 2011 (2011-11-17) See paragraphs [0030]-[0061]; claims 1-15; and figures 1-11.</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	KR 10-2020-0073245 A (AURIS HEALTH, INC.) 23 June 2020 (2020-06-23) See paragraphs [0092], [0110]-[0115] and [0132]-[0137]; claims 10, 19 and 30; and figures 15-29.	1-13	Y	KR 10-2019-0105210 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 16 September 2019 (2019-09-16) See paragraphs [0040]-[0049]; claims 11-15; and figures 1 and 4-5.	1-13	A	KR 10-2037303 B1 (AJOU UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 28 October 2019 (2019-10-28) See paragraphs [0016]-[0052]; claims 1, 3 and 9-12; and figures 1-6.	1-13	A	US 2018-0296281 A1 (BIO-MEDICAL ENGINEERING (HK) LIMITED) 18 October 2018 (2018-10-18) See paragraphs [0095]-[0231]; claims 1-30; and figures 1A-25.	1-13	A	US 2011-0282151 A1 (TROVATO, Karen Irene et al.) 17 November 2011 (2011-11-17) See paragraphs [0030]-[0061]; claims 1-15; and figures 1-11.	1-13
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
Y	KR 10-2020-0073245 A (AURIS HEALTH, INC.) 23 June 2020 (2020-06-23) See paragraphs [0092], [0110]-[0115] and [0132]-[0137]; claims 10, 19 and 30; and figures 15-29.	1-13																		
Y	KR 10-2019-0105210 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 16 September 2019 (2019-09-16) See paragraphs [0040]-[0049]; claims 11-15; and figures 1 and 4-5.	1-13																		
A	KR 10-2037303 B1 (AJOU UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 28 October 2019 (2019-10-28) See paragraphs [0016]-[0052]; claims 1, 3 and 9-12; and figures 1-6.	1-13																		
A	US 2018-0296281 A1 (BIO-MEDICAL ENGINEERING (HK) LIMITED) 18 October 2018 (2018-10-18) See paragraphs [0095]-[0231]; claims 1-30; and figures 1A-25.	1-13																		
A	US 2011-0282151 A1 (TROVATO, Karen Irene et al.) 17 November 2011 (2011-11-17) See paragraphs [0030]-[0061]; claims 1-15; and figures 1-11.	1-13																		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																				
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																				
Date of the actual completion of the international search 12 July 2022		Date of mailing of the international search report 14 July 2022																		
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/004529

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	YOO, Ji Young et al. Deep learning for anatomical interpretation of video bronchoscopy images. Scientific Reports. pp. 1-11, 09 December 2021. [Retrieved on 23 June 2022]. Retrieved from [https://doi.org/10.1038/s41598-021-03219-6]. See pages 1-9.	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/004529

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2020-0073245	A	23 June 2020	CN	110832544	A	21 February 2020
				EP	3676799	A2	08 July 2020
				EP	3676799	A4	03 March 2021
				JP	2020-536654	A	17 December 2020
				US	10555778	B2	11 February 2020
				US	2019-0110843	A1	18 April 2019
				US	2020-0170720	A1	04 June 2020
				WO	2019-074650	A2	18 April 2019
				WO	2019-074650	A3	31 May 2019
KR	10-2019-0105210	A	16 September 2019	KR	10-2243830	B1	23 April 2021
KR	10-2037303	B1	28 October 2019	None			
US	2018-0296281	A1	18 October 2018	CN	108685560	A	23 October 2018
				CN	108685560	B	27 October 2020
				US	10646288	B2	12 May 2020
				WO	2018-188466	A1	18 October 2018
US	2011-0282151	A1	17 November 2011	CN	102186404	A	14 September 2011
				EP	2348954	A1	03 August 2011
				JP	2012-505695	A	08 March 2012
				WO	2010-046802	A1	29 April 2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) A61B 1/00(2006.01)i; A61B 1/267(2006.01)i; G16H 30/40(2018.01)i; G16H 50/20(2018.01)i; G16H 20/40(2018.01)i; A61M 16/00(2006.01)i; A61M 16/01(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) A61B 1/00(2006.01); A61B 1/31(2006.01); A61B 34/30(2016.01); G16H 10/60(2018.01); G16H 30/40(2018.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 내시경(endoscope), 기관지(bronchial tubes), 학습(learning), 문자(text), 인식(recognition), 위치(position)																				
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2020-0073245 A (아우리스 헬스, 인코포레이티드) 2020.06.23 단락 [0092], [0110]-[0115], [0132]-[0137]; 청구항 10, 19, 30; 및 도면 15-29</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2019-0105210 A (고려대학교 산학협력단) 2019.09.16 단락 [0040]-[0049]; 청구항 11-15; 및 도면 1, 4-5</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2037303 B1 (아주대학교 산학협력단) 2019.10.28 단락 [0016]-[0052]; 청구항 1, 3, 9-12; 및 도면 1-6</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018-0296281 A1 (BIO-MEDICAL ENGINEERING (HK) LIMITED) 2018.10.18 단락 [0095]-[0231]; 청구항 1-30; 및 도면 1A-25</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011-0282151 A1 (KAREN IRENE TROVATO 등) 2011.11.17 단락 [0030]-[0061]; 청구항 1-15; 및 도면 1-11</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	Y	KR 10-2020-0073245 A (아우리스 헬스, 인코포레이티드) 2020.06.23 단락 [0092], [0110]-[0115], [0132]-[0137]; 청구항 10, 19, 30; 및 도면 15-29	1-13	Y	KR 10-2019-0105210 A (고려대학교 산학협력단) 2019.09.16 단락 [0040]-[0049]; 청구항 11-15; 및 도면 1, 4-5	1-13	A	KR 10-2037303 B1 (아주대학교 산학협력단) 2019.10.28 단락 [0016]-[0052]; 청구항 1, 3, 9-12; 및 도면 1-6	1-13	A	US 2018-0296281 A1 (BIO-MEDICAL ENGINEERING (HK) LIMITED) 2018.10.18 단락 [0095]-[0231]; 청구항 1-30; 및 도면 1A-25	1-13	A	US 2011-0282151 A1 (KAREN IRENE TROVATO 등) 2011.11.17 단락 [0030]-[0061]; 청구항 1-15; 및 도면 1-11	1-13
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
Y	KR 10-2020-0073245 A (아우리스 헬스, 인코포레이티드) 2020.06.23 단락 [0092], [0110]-[0115], [0132]-[0137]; 청구항 10, 19, 30; 및 도면 15-29	1-13																		
Y	KR 10-2019-0105210 A (고려대학교 산학협력단) 2019.09.16 단락 [0040]-[0049]; 청구항 11-15; 및 도면 1, 4-5	1-13																		
A	KR 10-2037303 B1 (아주대학교 산학협력단) 2019.10.28 단락 [0016]-[0052]; 청구항 1, 3, 9-12; 및 도면 1-6	1-13																		
A	US 2018-0296281 A1 (BIO-MEDICAL ENGINEERING (HK) LIMITED) 2018.10.18 단락 [0095]-[0231]; 청구항 1-30; 및 도면 1A-25	1-13																		
A	US 2011-0282151 A1 (KAREN IRENE TROVATO 등) 2011.11.17 단락 [0030]-[0061]; 청구항 1-15; 및 도면 1-11	1-13																		
☒ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																				
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																				
국제조사의 실제 완료일 2022년07월12일(12.07.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년07월14일(14.07.2022)																		
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 박혜련 전화번호 +82--																		

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
PX	JI YOUNG YOO 등, Deep learning for anatomical interpretation of video bronchoscopy images, Scientific Reports, 페이지 1-11, 2021.12.09 [검색일: 2022.06.23], 출처 [https://doi.org/10.1038/s41598-021-03219-6] 페이지 1-9	1-13

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2020-0073245 A	2020/06/23	CN 110832544 A	2020/02/21
		EP 3676799 A2	2020/07/08
		EP 3676799 A4	2021/03/03
		JP 2020-536654 A	2020/12/17
		US 10555778 B2	2020/02/11
		US 2019-0110843 A1	2019/04/18
		US 2020-0170720 A1	2020/06/04
		WO 2019-074650 A2	2019/04/18
		WO 2019-074650 A3	2019/05/31
KR 10-2019-0105210 A	2019/09/16	KR 10-2243830 B1	2021/04/23
KR 10-2037303 B1	2019/10/28	없음	
US 2018-0296281 A1	2018/10/18	CN 108685560 A	2018/10/23
		CN 108685560 B	2020/10/27
		US 10646288 B2	2020/05/12
		WO 2018-188466 A1	2018/10/18
US 2011-0282151 A1	2011/11/17	CN 102186404 A	2011/09/14
		EP 2348954 A1	2011/08/03
		JP 2012-505695 A	2012/03/08
		WO 2010-046802 A1	2010/04/29