



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월27일
(11) 등록번호 10-2344084
(24) 등록일자 2021년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 1/00 (2017.01) A61B 1/227 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01) G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 1/00009 (2013.01)
A61B 1/00055 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0057012
(22) 출원일자 2020년05월13일
심사청구일자 2020년05월13일
(65) 공개번호 10-2021-0138932
(43) 공개일자 2021년11월22일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020190060606 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
박해정
경기도 고양시 일산동구 위시티1로 7, 506동 170
1호(식사동, 위시티블루밍5단지아파트)
차동철
서울특별시 서대문구 통일로 395, 102동 202호(홍
제동, 홍제 센트럴 아이파크)
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 22 항

심사관 : 서광욱

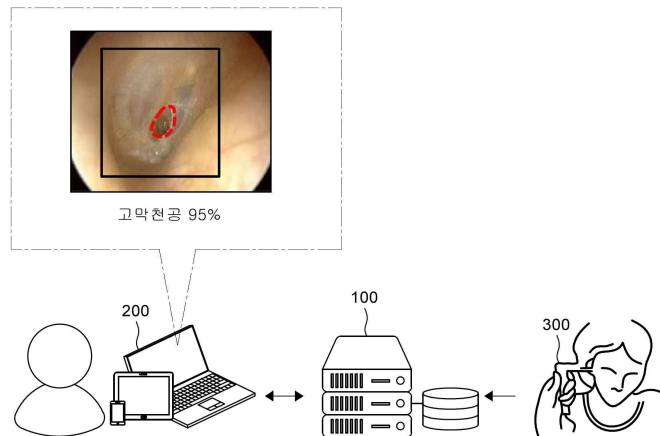
(54) 발명의 명칭 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스

(57) 요약

본 발명은, 프로세서에 의해 구현되는 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법으로서, 귀의 관심 영역의 포함 여부를 판별하도록 구성된 제1 평가 모델을 이용하여, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계, 및 귀의 병변 여부를 결정하도록 구성된 제2 평가 모델 이용하여 판별된 프레임에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계를 포함, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스를 제공한다.

대표도 - 도1a

1000



(52) CPC특허분류

A61B 1/227 (2013.01)
G06T 7/0012 (2013.01)
G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G06T 2207/10068 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)
G06T 2207/30096 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101824691 B1*
KR1020140091176 A*
JP6552613 B2*
KR1020200014624 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 구현되는 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법에 관한 것으로,

개체에 대한 귀 내부 동영상 수신하는 단계;

귀 내부 동영상의 프레임 입력으로 하여 귀의 관심 영역의 포함 여부를 출력하도록 구성된 제1 평가 모델을 이용하여, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계;

상기 관심 영역을 포함하는 프레임을 결정하는 단계, 및

귀 내부 동영상의 프레임을 입력으로 하여 귀의 병변 여부를 출력하도록 구성된 제2 평가 모델 이용하여 상기 관심 영역을 포함하는 프레임에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 관심 영역은 고막 영역 또는 외이도 영역인, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계는,

상기 제1 평가 모델을 이용하여 상기 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 제1 병변 확률을 산출하는 단계, 및

미리 결정된 수준, 및 산출된 상기 제1 병변 확률에 기초하여 상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계를 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계는,

상기 제2 평가 모델을 이용하여, 상기 관심 영역을 포함하는 프레임에 대하여 제2 병변 확률을 산출하는 단계, 및

상기 제2 병변 확률에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 병변 확률 또는 상기 제2 병변 확률은,

상기 귀 내부 동영상의 프레임에 대하여 정상 고막 (normal eardrum), 중양, 고막 천공 (Tympanic perforation), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction), 고막염 (Myringitis) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa), 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나에 대한 확률을 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 병변은 서로 상이한 복수의 병변이고,

상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계 이후에,

상기 제2 평가 모델에 의해, 상기 제2 병변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 복수의 병변이 결정된 경우, 동반 질환이 발병된 것으로 결정하는 단계를 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 평가 모델은 복수의 모델로 구성되고,

상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계는,

상기 복수의 모델 각각을 이용하여, 상기 관심 영역을 포함하는 프레임에 대한 병변 여부를 결정하는 단계;

상기 복수의 모델 각각에 대한 평가 결과를 합산하는 단계, 및

합산된 평가 결과에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계를 포함하는 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 모델은, 적어도 하나의 상기 제1 평가 모델을 포함하고,

상기 제1 평가 모델은,

상기 복수의 모델 중, 모델을 이루는 레이어의 수가 가장 적은 모델인, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 관심 영역의 여부를 판별하는 단계 이후에,

판별 결과에 기초하여 상기 관심 영역의 여부에 따라 상이한 판별음을 생성하는 단계, 및

상기 판별음을 제공하는 단계를 더 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계 이후에,

상기 프레임에 대한 엔트로피 특징을 추출하는 단계;

상기 엔트로피 특징의 수준이 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 결정하는 단계, 및

상기 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 저장하거나 제공하는 단계를 더 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 중에, 상기 평가 모델에 대한 관심 영역을 상기 프레임에 표시하여 제공하는 단계를 더 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 귀 내부 동영상 수신하는 단계 이후에,

상기 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대한 조도를 보정하는 단계를 더 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

개체에 대한 귀 내부 동영상 수신하도록 구성된 수신부,

및 상기 수신부와 연결된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

귀 내부 동영상의 프레임을 입력으로 하여 귀의 관심 영역의 포함 여부를 출력하도록 구성된 제1 평가 모델을 이용하여, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하고, 상기 관심 영역을 포함하는 프레임을 결정하고, 귀 내부 동영상의 프레임을 입력으로 하여 귀의 병변 여부를 출력하도록 구성된 제2 평가 모델을 이용하여 상기 관심 영역을 포함하는 프레임에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하도록 구성되고, 상기 관심 영역은 고막 영역 또는 외이도 영역인, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 평가 모델을 이용하여 상기 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 제1 병변 확률을 산출하고, 미리 결정된 수준, 및 산출된 상기 제1 병변 확률에 기초하여 상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하도록 더 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2 평가 모델을 이용하여, 상기 관심 영역을 포함하는 프레임에 대하여 제2 병변 확률을 산출하고, 상기 제2 병변 확률에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하도록 더 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제1 병변 확률 또는 상기 제2 병변 확률은,

상기 귀 내부 동영상의 프레임에 대하여 정상 고막 (normal eardrum), 중양, 고막 천공 (Tympanic perforation), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction), 고막염 (Myringitis) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa), 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나에 대한 확률을 포함하는, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 병변은 서로 상이한 복수의 병변이고,

상기 프로세서는,

상기 제2 평가 모델에 의해, 상기 제2 병변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 복수의 병변이 결정된 경우, 동반 질환이 발병된 것으로 결정하도록 더 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 제2 평가 모델은 복수의 모델로 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 복수의 모델 각각을 이용하여 상기 관심 영역을 포함하는 프레임에 대한 병변 여부를 결정하고, 상기 복수의 모델 각각에 대한 평가 결과를 합산하고, 합산된 평가 결과에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하도록 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 복수의 모델은, 적어도 하나의 상기 제1 평가 모델을 포함하고,

상기 제1 평가 모델은,

상기 복수의 모델 중, 모델을 이루는 레이어의 수가 가장 적은 모델인, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 20

제13항에 있어서,

표시부를 더 포함하고,

상기 프로세서는,

판별 결과에 기초하여 상기 관심 영역의 여부에 따라 상이한 판별음을 생성하도록 더 구성되고,

상기 표시부는

상기 판별음을 출력하도록 구성된, 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 21

제13항에 있어서,

저장부를 더 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 프레임에 대한 엔트로피 특징을 추출하고, 상기 엔트로피 특징의 수준이 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 결정하도록 구성되고,

상기 저장부는,

상기 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 저장하도록 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 22

제13항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 중에, 상기 평가 모델에 대한 관심 영역을 상기 프레임에 표시하여 제공하도록 더 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 23

제13항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대한 조도를 보정하도록 더 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바

이스.

청구항 24

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 귀 내부 영상에 기초하여 귀의 병변을 예측하도록 구성된 방법 및 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유양 병 (mastoid disease) 과 같은 귀 질환은 조기 치료로 쉽게 치료할 수 있는 흔한 질병이다. 그럼에도 불구하고 적시에 발견되지 못하거나 적절한 치료를 받지 않으면 청각 장애와 같은 후유증을 남길 수 있다. 임상에 있어서, 귀 질환의 진단은, 내시경을 이용한 이경검사 (otoscopy) 및 병력 기록이 첫 번째 단계일 수 있다.

[0003] 그러나, 내시경에 기초한 귀 병변의 진단의 결과는 이비인후과 전문의의 숙련도에 의존적일 수 있다. 나아가, 진단의 정확도가 낮아, 이미징 또는 음성 가이드 제공과 같은 추가적인 도움 없이 귀 질환의 진단이 어려울 수 있다.

[0004] 의료 서비스의 향상 등을 위하여 진단의 정확성이 더욱 요구되고 있음에 따라, 귀의 병변을 높은 정확도로 평가할 수 있는 새로운 평가 방법의 개발이 요구된다.

[0005] 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

[0006] 한편, 연구자들은 인공지능 알고리즘 기반의 시스템을 도입함으로써 종래의 귀 내시경에 기초한 귀의 병변 진단 시스템이 갖는 한계 및 문제점들을 보완하고자 하였다.

[0007] 그 결과, 인공 신경망 알고리즘이 적용된 귀 내시경 영상에 대하여 귀 질환을 자동 진단하는 귀의 병변 진단 시스템이 제안되었다. 한편, 제안된 귀의 병변 진단 시스템은 약 80 %의 정확도를 제공함에도, 상고 실내함 함몰 (attic retraction) 과 같은 중요한 병변을 분류하지 못하는 것으로 나타났다.

[0008] 특히, 제안된 귀의 병변 진단 시스템은, 병변의 진단에 있어서 입력되는 영상의 퀄리티에 따른 필터링을 진행하지 않아 성능 향상의 한계가 있을 수 있다.

[0009] 한편, 본 발명의 발명자들은 이와 같은 한계를 극복하기 위한 방안으로, 입력된 귀 내시경 영상에 대하여 병변이 실제 존재할 수 있는 관심 영역 (예를 들어, 고막 영역 및 외이도 영역) 에 대한 선 판별, 동적 영상에 각 프레임에 대한 앙상블 판별 및 병변 분류에 방해가 되는 요소들에 대한 필터링을 위한 예측 모델들에 주목하였다.

[0010] 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은 귀 내부 동영상에 대하여 고막 영역과 같은 관심 영역이 포함하는지를 판별하도록 구성된 평가 모델과 고막 영역을 포함하는 특정 프레임에 대하여 병변을 분류하도록 구성된 평가 모델을 귀의 병변 진단 시스템에 적용하고자 하였다.

[0011] 더욱이, 본 발명의 발명자들은, 귀의 병변 진단 시스템에 대하여, 병변의 진단에 방해가 되는 귀지 등의 요소들을 포함하지 않고 관심 영역만을 포함하는 프레임을 저장하도록 구성하였고, 보조 진단을 위한 데이터로서 제공하고자 하였다.

[0012] 나아가, 본 발명의 발명자들은 귀 병변 진단에 있어 단일 영상을 이용하는 것이 아니라, 앙상블 모델에 기초하여 동영상의 프레임을 각각에 대한 분석 결과를 최종 진단에 반영함으로써, 진단 정확도를 높이는 것을 기대할

수 있었다.

- [0013] 특히, 본 발명의 발명자들은, 진단의 정확도를 높이기 위해, 다양한 인공지능 알고리즘 모델에 기초한 앙상블 진단을 내리는 분류기와 한 사람에게서 얻어지는 실시간 동영상의 각 프레임 별로 분류를 수행하여 여러 프레임에 대한 앙상블 분류 결과를 종합하는 두 종류의 앙상블 기법을 적용할 수 있었다.
- [0014] 나아가, 본 발명의 발명자들은, 빛을 조절하여 조도가 다른 프레임을 생성한 후 진단에 적용하도록 귀의 병변 진단 시스템을 설계함에 따라, 한 개인에 대한 다양한 영상을 이용한 앙상블 진단이 가능하도록 하였다.
- [0015] 이를 통해, 귀의 병변 진단 시스템은 하나의 개체에 대하여 다른 각도와 조도에서 동영상을 실시간으로 측정하고, 다양한 각도와 조도에서 얻어지는 영상의 각 프레임에 대하여 질한 진단 평가를 종합하여 내릴 수 있는, 앙상블 진단을 통해 진단의 정확도를 높일 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 발명자들은, 귀의 병변 진단 시스템에 대하여, 실시간으로 분류되는 병변 종류에 따라 판별음을 제시하여 의료진이 소리를 기반으로 위치 선정 및 검사 종류를 결정하도록 설계하였다.
- [0017] 또한, 본 발명의 발명자들은, 귀의 병변 진단 시스템에 대하여, 기록을 위해 분류의 특성이 가장 잘 드러나는 프레임에 대한 최적의 판단이 이루어져서 기록할 뿐만 아니라 음성 인식을 통해 동영상의 특정 프레임을 캡처할 수 있도록 설계하였다.
- [0018] 즉, 본 발명의 발명자들은 최종 분류된 병변의 종류뿐만 아니라, 명확한 진단에 기여하는 관심 영역을 포함하는 프레임을 다양한 조건에서 캡처링함에 따라 병변 분류를 위한 중간 과정을 시각적으로 제공하고자 하였다.
- [0019] 이에, 본 발명의 발명자들은, 정확도 높고 시각적으로 설명 가능한 귀의 병변 진단 시스템을 제공함으로써, 부정확한 영상으로 인한 의료진의 귀의 병변의 진행에 대한 잘못된 해석을 방지하고, 실제 임상 실무에 있어서 의료진의 워크 플로우를 향상시킬 수 있음을 기대할 수 있었다.
- [0020] 나아가, 본 발명의 발명자들은, 나아가, 귀의 병변 진단 시스템에 대하여, 실시간 분류 자료에 대한 소리 변환 음파를 형성하도록 하였다.
- [0021] 즉, 귀의 병변 진단 시스템은 평가 모델에 의해 최종 분류된 병변의 종류에 따라 상이한 판별음을 제시할 수 있어, 사용자는 측정기의 위치 설정이 용이할 수 있고, 진단 과정에서 지속적인 내시경 영상에 대한 모니터링 없이 소리만으로 병변의 종류를 인지할 수 있고 축적되는 정보 양에 따라 검사를 종료할 수 있다.
- [0022] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 수신된 귀 내부 영상에 대하여, 제1 평가 모델을 이용하여, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 관심 영역의 포함 여부를 판별하고 제2 평가 모델을 이용하여 판별된 프레임에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하도록 구성된, 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0023] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0024] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법이 제공된다. 본 방법은, 프로세서에 의해 구현되는 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법으로서, 개체에 대한 귀 내부 동영상을 수신하는 단계, 귀의 관심 영역의 포함 여부를 판별하도록 구성된 제1 평가 모델을 이용하여, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계, 및 귀의 병변 여부를 결정하도록 구성된 제2 평가 모델 이용하여 판별된 프레임에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0025] 본 발명의 특징에 따르면, 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계는, 제1 평가 모델을 이용하여 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 제1 병변 확률을 산출하는 단계, 및 미리 결정된 수준, 및 산출된 제1 병변 확률에 기초하여 상기 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계는, 제2 평가 모델을 이용하여, 관심 영역을 포함하는 것으로 판별된 프레임에 대하여 제2 병변 확률을 산출하는 단계, 및 제2 병변 확률에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 병변 확률 또는 상기 제2 병변 확률은, 귀 내부 동영상의 프레임에 대한

여 정상 고막 (normal eardrum), 중양, 고막 천공 (Tympanic perforation), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction), 고막염 (Myringitis) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa), 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나에 대한 확률을 포함할 수 있다.

- [0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 병변은 서로 상이한 복수의 병변이고, 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계 이후에, 제2 평가 모델에 의해, 제2 병변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 복수의 병변이 결정된 경우, 동반 질환이 발병된 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은 판별하는 단계 이후에, 관심 영역을 포함하는 프레임을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 제2 평가 모델은 복수의 모델로 구성되고, 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계는, 복수의 모델 각각을 이용하여, 관심 영역을 포함하는 프레임에 대한 병변 여부를 결정하는 단계, 복수의 모델 각각에 대한 평가 결과를 합산하는 단계, 및 합산된 평가 결과에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 복수의 모델은, 적어도 하나의 제1 평가 모델을 포함할 수 있다. 이때, 제1 평가 모델은, 복수의 모델 중, 모델을 이루는 레이어의 수가 가장 적은 모델일 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은 관심 영역의 여부를 판별하는 단계 이후에, 판별 결과에 기초하여 관심 영역의 여부에 따라 상이한 판별음을 생성하는 단계, 및 판별음을 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 단계 이후에, 복수의 프레임에 대한 엔트로피 특징을 추출하는 단계, 엔트로피 특징의 수준이 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 결정하는 단계, 및 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 저장하거나 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 중에, 상기 평가 모델에 대한 관심 영역을 복수의 프레임에 표시하여 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은 귀 내부 동영상을 수신하는 단계 이후에, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대한 조도를 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 관심 영역은, 고막 영역 또는 외이도 영역일 수 있다.
- [0036] 진술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스가 제공된다. 상기 디바이스는, 개체에 대한 귀 내부 동영상을 수신하도록 구성된 수신부, 및 수신부와 연결된 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는, 귀의 관심 영역의 포함 여부를 판별하도록 구성된 제1 평가 모델을 이용하여, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 관심 영역의 포함 여부를 판별하고, 귀의 병변 여부를 결정하도록 구성된 제2 평가 모델을 이용하여 판별된 프레임에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하도록 구성된다.
- [0037] 본 발명의 특징에 따르면, 프로세서는, 제1 평가 모델을 이용하여 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 제1 병변 확률을 산출하고, 미리 결정된 수준, 및 산출된 상기 제1 병변 확률에 기초하여 관심 영역의 포함 여부를 판별하도록 더 구성될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 제2 평가 모델을 이용하여, 관심 영역을 포함하는 것으로 판별된 프레임에 대하여 제2 병변 확률을 산출하고, 제2 병변 확률에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 병변 확률 또는 상기 제2 병변 확률은, 귀 내부 동영상의 프레임에 대하여 정상 고막 (normal eardrum), 중양, 고막 천공 (Tympanic perforation), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction), 고막염 (Myringitis) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa), 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나에 대한 확률을 포함할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 병변은 서로 상이한 복수의 병변일 수 있다. 이때, 프로세서는, 제2 평가 모델에 의해, 제2 병변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 복수의 병변이 결정된 경우, 동반 질환이 발병된 것으로 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 제2 평가 모델은 복수의 모델로 구성되고, 프로세서는, 관심 영역을 포함하는 프레임을 결정하고, 복수의 모델 각각을 이용하여 관심 영역을 포함하는 프레임에 대한 병변 여부를 결정하고, 복수의 모델 각각에 대한 평가 결과를 합산하고, 합산된 평가 결과에 기초하여 상기 개체의 귀에 대한 병변 여

부를 결정하도록 구성될 수 있다.

- [0042] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 복수의 모델은, 적어도 하나의 제1 평가 모델을 포함하고, 제1 평가 모델은, 복수의 모델 중, 모델을 이루는 레이어의 수가 가장 적은 모델일 수 있다.
- [0043] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 디바이스는 표시부를 더 포함하고, 프로세서는 판별 결과에 기초하여 상기 관심 영역의 여부에 따라 상이한 판별음을 생성하도록 더 구성될 수 있다. 이때, 표시부는 판별음을 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 상기 디바이스는 저장부를 더 포함하고, 프로세서는, 복수의 프레임에 대한 엔트로피 특징을 추출하고, 엔트로피 특징의 수준이 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 결정하도록 구성될 수 있다. 이때, 저장부는, 미리 결정된 수준 이하인 프레임을 저장하도록 구성될 수 있다.
- [0045] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 중에, 평가 모델에 대한 관심 영역을 상기 복수의 프레임에 표시하여 제공하도록 더 구성될 수 있다.
- [0046] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 프로세서는, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대한 조도를 보정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0047] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 관심 영역은, 고막 영역 또는 외이도 영역일 수 있다.
- [0048] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0049] 본 발명은, 두 개의 평가 모델에 기초하여 귀 내부 동영상에 대하여 관심 영역을 포함하는 프레임을 선별하고, 선별된 프레임에 대한 병변을 결정하여, 개체에 대한 귀 병변을 평가하도록 구성된 새로운 귀의 병변 진단 시스템을 제공함으로써 정확한 귀의 병변에 대한 평가 결과를 제공할 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 본 발명은, 제안된 귀의 병변 진단 시스템은, 병변의 진단에 있어서 입력되는 영상의 퀄리티에 따른 필터링을 진행하지 않아 성능 향상의 한계를 갖는 종래의 진단 시스템보다 진단 성능이 우수하여 상고 실내함 함몰과 같은 귀 병변의 분류가 가능할 수 있다.
- [0051] 보다 구체적으로, 본 발명은 주요 귀 병변 진단에 있어 단일 영상을 이용하는 것이 아니라, 앙상블 모델에 기초하여 동영상의 프레임을 각각에 대한 분석 결과를 최종 진단에 반영함으로써, 높은 정확도의 진단 결과를 제공할 수 있다.
- [0052] 특히, 본 발명은, 다양한 인공지능 알고리즘 모델에 기초한 앙상블 진단을 내리는 분류기가 적용될 뿐만 아니라, 한 사람에게서 얻어지는 실시간 동영상의 각 프레임 별로 분류를 수행하여 여러 프레임에 대한 앙상블 분류 결과를 종합하는 두 종류의 앙상블 기법이 적용됨에 따라, 높은 정확도의 진단 결과를 제공할 수 있다.
- [0053] 나아가, 본 발명은, 빛을 조절하여 조도가 다른 프레임을 생성한 후 진단에 적용하도록 귀의 병변 진단 시스템을 제공할 수 있어, 한 개인에 대한 다양한 귀 측정 영상에 대한 앙상블 진단이 가능할 수 있다.
- [0054] 즉, 본 발명은 하나의 개체에 대하여 다른 각도와 조도에서 동영상을 실시간으로 측정하고, 다양한 각도와 조도에서 얻어지는 영상의 각 프레임에 대하여 질환 진단 평가를 종합하여 내릴 수 있는, 앙상블 진단을 통해 진단의 정확도를 높일 수 있다.
- [0055] 나아가, 본 발명은, 실시간 분류 자료에 대한 소리 변환 음파를 형성하는 귀의 병변 진단 시스템을 제공함에 따라, 사용자는 보다 용이하게 측정기의 위치를 설정할 수 있다.
- [0056] 즉, 본 발명은, 실시간으로 분류되는 병변 종류에 따라 판별음을 제시할 수 있어, 의료진은 소리를 기반으로 위치 선정 및 검사 종료를 용이하게 결정할 수 있다.
- [0057] 또한, 본 발명은, 최적의 판단이 이루어지는 영역뿐만 아니라 음성 인식을 통해 동영상의 특정 프레임을 캡처할 수 있어, 보조 진단을 위한 데이터를 제공할 수 있다.
- [0058] 예를 들어, 본 발명은 병변의 진단에 방해가 되는 귀지 등의 요소들을 포함하지 않고 관심 영역만을 포함하는 프레임을 저장하거나, 음성 인식을 통해 특정 프레임을 캡처하도록 구성된 병변 진단 시스템을 제공할 수 있다.
- [0059] 즉, 본 발명은, 기록을 위해 분류의 특성이 가장 잘 드러나는 프레임에 대한 최적의 판단이 이루어져서 기록할

뿐만 아니라 음성 인식을 통해 동영상의 특정 프레임을 캡처할 수 있다.

[0060] 이에, 본 발명은, 최종 분류된 병변의 종류뿐만 아니라, 명확한 진단에 기여하는 관심 영역을 포함하는 프레임을 캡처하여 저장함에 따라, 병변 분류를 위한 중간 과정을 시각적으로 제공할 수 있다. 나아가, 본 발명은 부정확한 영상으로 인한 의료진의 귀의 병변의 진행에 대한 잘못된 해석을 방지하고, 실제 임상 실무에 있어서 의료진의 워크 플로우를 향상시킬 수 있다.

[0061] 또한, 본 발명은, 평가 모델에 의해 최종 분류된 병변의 종류에 따라 상이한 판별음을 제시하도록 구성된 귀의 병변 진단 시스템을 제공함에 따라, 의료진은 진단 과정에서 지속적인 내시경 영상에 대한 모니터링 없이 소리만으로 병변의 종류를 인지할 수 있다.

[0062] 이에, 본 발명은 귀 내시경을 이용한 모니터링과 동시에 병변에 대한 실시간 진단이 가능할 수 있고, 조기 진단 및 이에 따른 좋은 치료 예후에 기여할 수도 있다.

[0063] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0064] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스에 기초한 귀의 병변 진단 시스템을 예시적으로 도시한 것이다.

도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.

도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스로부터 귀의 병변에 대한 정보를 수신 받아 출력하는 의료진 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다.

도 3a 및 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법에 따라 귀의 병변 여부를 결정하는 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

도 4a 및 4b는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 제1 평가 모델 및 제2 평가 모델의 학습에 이용되는 영상을 예시적으로 도시한 것이다.

도 5a 내지 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법에 따른, 평가 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0065] 본 발명의 이점 및 특징, 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. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조부호가 사용될 수 있다.

[0066] 본 문서에서, "가진다," "가질 수 있다," "포함한다," 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.

[0067] 본 문서에서, "A 또는 B," "A 또는/및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, "A 또는 B," "A 및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는 B 중 적어도 하나"는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는(3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.

[0068] 본 문서에서 사용된 "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들면, 제1 사용자 기기와 제2 사용자 기기는, 순서 또는 중요도와 무관하게, 서로 다른 사용자 기기를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 본 문서에 기재된 권리범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는

제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 바꾸어 명명될 수 있다.

- [0069] 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어((operatively or communicatively) coupled with/to)" 있다거나 "접속되어(connected to)" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [0070] 본 문서에서 사용된 표현 "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, "~에 적합한(suitable for)," "~하는 능력을 가지는(having the capacity to)," "~하도록 설계된(designed to)," "~하도록 변경된(adapted to)," "~하도록 만들어진(made to)," 또는 "~를 할 수 있는(capable of)"과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 "~하도록 구성된(또는 설정된)"은 하드웨어적으로 "특별히 설계된(specifically designed to)" 것만을 반드시 의미하지 않을 수 있다. 대신, 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된)프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(generic-purpose processor)(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.
- [0071] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 문서에 기재된 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 문서에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 문서의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.
- [0072] 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.
- [0073] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.
- [0074] 본 명세서에서 사용되는 용어, "개체"는 귀의 병변을 예측하고자 하는 모든 대상을 의미할 수 있다. 예를 들어, 개체는, 귀의 병변 의심 개체일 수도 있다. 이때, 본 명세서 내에 개시된 개체는, 인간을 제외한 모든 포유 동물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0075] 본 명세서에서 사용되는 용어, "귀 내부 동영상"은, 영상 진단 장치로부터 촬영된 복수의 프레임으로 이루어진 귀 내부 영상을 의미할 수 있다.
- [0076] 예를 들어, "귀 내부 동영상"은, 개체에 대하여 촬영된 귀 내시경 동영상, 귀 초음파 동영상일 수 있으나 이에 제한된 건 아니다. 한편, 귀 내시경 동영상은, 고막 영역 또는 외이도 영역의 관심 영역을 포함할 수 있다.
- [0077] 한편, 복수 개의 컷으로 구성된 귀 내시경 동영상은, 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법에 따라 귀 내시경 동영상의 프레임 각각에 대하여 병변이 결정될 수도 있다. 그 결과, 본 발명은 귀 내시경과 같은 영상 진단 장치로부터의 귀 내시경 동영상의 수신과 동시에 병변의 예측을 수행하여 스트리밍 서비스를 제공할 수 있고, 실시간으로 귀의 병변의 진단 정보를 제공할 수 있다.
- [0078] 본 발명의 특징에 따르면, 귀 내부 영상은, 2차원 영상, 3차원 영상일 수 있다.
- [0079] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 귀 내부 영상은, 빛의 세기가 다양하게 조작됨에 따라 생성된 복수의 조도를 갖는 프레임을 포함할 수 있다. 나아가, 복수의 각도에서 촬영된 영상일 수 있다. 복수의 각도 및 조도를 갖는 프레임이 진단에 이용될 경우, 진단의 정확도가 높을 수 있다.
- [0080] 본 명세서에서 사용되는 용어, "제1 평가 모델"은 귀 내시경 동영상을 이루는 프레임 영상을 입력으로 하여 관심 영역의 포함 여부를 출력하도록 구성된 모델일 수 있다.
- [0081] 보다 구체적으로 제1 평가 모델은, 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 제1 병변 확률을 산출하고, 제1 병

변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 경우, 관심 영역이 포함된 것으로 결정하도록 학습된 모델일 수 있다.

[0082] 본 발명의 특징에 따르면, 제1 평가 모델은 제1 병변 확률만을 출력하고, 관심 영역의 포함 여부는 출력된 제1 병변 확률을 이용하여 독립적으로 수행될 수도 있다.

[0083] 이때, 관심 영역의 판별은 하기의 수학적 식 1에 의해 수행될 수 있다.

[0084] [수학적 식 1]

$$\sigma(I_i) = \begin{cases} 1 & \text{if } \max\{p_c(I_i)\} > p_{thr} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0085]

[0086] 여기서, $p_c(I_i)$ 는 i 프레임 영상이 병변 클래스 c일 확률을 의미하고, p_{thr} 은 상기 확률에 대한 미리 결정된 수준 (임계치) 이고, $\sigma(I_i)$ 는 관심 영역을 포함하는지에 대한 판별 결과이다.

[0087] 즉, 수학적 식 1에 따르면, 관심 영역의 포함 여부는 제1 병변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 경우 1로, 그렇지 않은 경우 0으로 결정될 수 있다.

[0088] 이때, 제1 병변 확률은, 정상 고막 (normal eardrum), 중양, 고막 천공 (Tympanic perforation), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction), 고막염 (Myringitis) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa), 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나에 대한 확률을 포함할 수 있다.

[0089] 즉, 제1 평가 모델은, 하나의 개체로부터 획득된 귀 내부 동영상상을 이루는 각 프레임 별로 판독한 것을 앙상블로 종합하여 질환을 진단할 수 있다.

[0090] 그러나 이에 제한되지 않고, 제1 평가 모델은, 복수의 각도 및 복수의 조도에서 얻어지는 동영상상의 프레임에 대하여 질환 진단 평가를 종합하여 내릴 수 있는, 앙상블 진단을 통해 진단의 정확도를 높일 수 있다. .

[0091] 본 명세서에서 사용되는 용어, "제2 평가 모델"은 분류된 프레임을 입력으로 하여 병변을 분류하고 출력하도록 구성된 모델일 수 있다. 이때, 입력되는 프레임은 관심 영역을 포함할 수 있다.

[0092] 보다 구체적으로, 제2 평가 모델은 관심 영역을 포함하는 것으로 판별된 프레임에 대하여 제2 병변 확률을 산출하고, 제2 병변 확률에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 최종 결정하도록 구성될 수 있다.

[0093] 이때, 병변의 최종 분류는 하기 수학적 식 2에 의해 수행될 수 있다.

[0094] [수학적 식 2]

$$C^* = f\{I_1, I_2, \dots, I_N\}$$

[0096] 여기서, C^* 는 병변 클래스 (예를 들어, 정상 고막 또는, 중양 또는, 고막 공 또는, 상고 실내함 함몰 또는, 고막염을 갖는 외이도염 또는, 고막염이 없는 외이도염) 이고, $\{I_1, I_2, \dots, I_N\}$ 은 귀 내부 동영상상을 이루는 복수의 프레임 영상을 의미할 수 있다.

[0097] 한편, 제2 평가 모델은 복수의 모델로 이루어진 앙상블 모델일 수 있다. 이때, 복수의 모델은 전술한 제1 평가 모델을 포함할 수 있다. 예를 들어, 복수의 모델 중 가장 간단한 구조를 갖는 모델이 제1 평가 모델로 선택될 수 있다.

[0098] 제2 평가 모델이 앙상블 모델일 경우, 복수의 모델 각각은, 관심 영역을 포함하는 프레임에 대한 병변 여부를 결정하고, 복수의 모델 각각에 대한 평가 결과를 합산하고, 합산된 평가 결과에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정할 수 있다.

[0099] 즉 제2 평가 모델은 모델들의 앙상블뿐만 아니라 한 사람에게서 얻는 복수의 데이터를 판독한 결과를 종합하여 최종적으로 병변을 분류함에 따라, 귀 병변의 진단의 정확도가 높을 수 있다.

[0100] 한편, 본 발명의 제2 평가 모델은, Inception-v3 및 Resnet-v2의 두 개의 모델로 이루어진 앙상블 모델일 수 있다. 그러나 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 본 발명의 제2 평가 모델은, CNN (Convolutional Neural Network) 기반의 VGG net, R, DenseNet 및, encoder-decoder structure를 갖는 FCN (Fully Convolutional Network), SegNet, DeconvNet, DeepLAB V3+, U-net와 같은 DNN (deep neural network), SqueezeNet, Alexnet, ResNet18, MobileNet-v2, GoogLeNet, Resnet50, Resnet101, Inception-v3 중 선택된 적어도 두 개의 모델이 앙

상블을 이루는 모델일 수도 있다.

- [0101] 이하에서는 도 1a 내지 1c를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스에 기초한 귀의 병변 진단 시스템을 설명한다.
- [0102] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스에 기초한 귀의 병변 진단 시스템을 예시적으로 도시한 것이다. 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다. 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스로부터 귀의 병변에 대한 정보를 수신 받아 출력하는 의료진 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- [0103] 먼저, 도 1a를 참조하면, 귀의 병변 진단 시스템 (1000) 은, 개체에 대한 귀 내시경 동영상상을 기초로 귀의 병변과 관련된 정보를 제공하도록 구성된 시스템일 수 있다. 이때, 귀의 병변 진단 시스템 (1000) 은, 귀 내시경 영상에 기초하여, 개체에 대한 귀의 질환의 발병 여부를 결정하도록 구성된 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100), 귀의 병변 진단에 대한 정보를 수신하는 의료진 디바이스 (200) 및 귀 내시경 영상을 제공하는 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 로 구성될 수 있다.
- [0104] 먼저, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 로부터 제공된 사용자의 귀 내시경 동영상상을 기초로 귀의 질환의 발병 여부를 평가하기 위해 다양한 연산을 수행하는 범용 컴퓨터, 랩탑, 및/또는 데이터 서버 등을 포함할 수 있다. 이때, 의료진 디바이스 (200) 는 귀의 병변에 대한 웹 페이지를 제공하는 웹 서버 (web server) 또는 모바일 웹 사이트를 제공하는 모바일 웹 서버 (mobile web server) 에 액세스하기 위한 디바이스일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0105] 구체적으로, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 로부터 귀 내시경 동영상상을 수신하고, 수신된 귀 내시경 영상으로부터 관심 영역의 포함 여부를 판별하고, 질환의 발병 여부와 연관된 정보를 제공할 수 있다. 이때, 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 는, 하나의 개체 대한 다양한 영상 정보를 제공하도록, 복수의 조도에서 촬영된 동영상 또는 이의 프레임들을 제공할 수 있다. 나아가, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 복수의 각도 및 조도를 갖는 프레임들을 이용하여, 관심 영역의 포함 여부를 판별하고, 질환의 발병 여부와 연관된 정보를 제공할 수 있다.
- [0106] 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 개체에 대한 귀의 질환의 발병과 연관된 데이터를 의료진 디바이스 (200) 로 제공할 수 있다.
- [0107] 이와 같이 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 로부터 제공되는 데이터는 의료진 디바이스 (200) 에 설치된 웹 브라우저를 통해 웹 페이지로 제공되거나, 어플리케이션, 또는 프로그램 형태로 제공될 수 있다. 다양한 실시예에서 이러한 데이터는 클라이언트-서버 환경에서 플랫폼에 포함되는 형태로 제공될 수 있다.
- [0108] 다음으로, 의료진 디바이스 (200) 는 개체에 대한 귀의 질환의 발병에 대한 정보 제공을 요청하고 평가 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 전자 장치로서, 스마트폰, 태블릿 PC (Personal Computer), 노트북 및/또는 PC 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0109] 의료진 디바이스 (200) 는 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 로부터 개체에 대한 귀의 질환의 발병에 관한 평가 결과를 수신하고, 수신된 결과를 표시부를 통해 표시할 수 있다. 여기서, 평가 결과는, 예측 모델들에 의해 병변을 분류하는 과정에서 예측된 관심 영역, 및 이를 포함하는 프레임 영상, 병변의 종류 등을 포함할 수 있다.
- [0110] 다음으로, 도 1b를 참조하여, 본 발명의 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 의 구성 요소에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0111] 도 1b를 참조하면, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 저장부 (110), 통신부 (120) 및 프로세서 (130) 를 포함한다.
- [0112] 먼저, 저장부 (110) 는 개체에 대한 귀의 질환의 발병 여부를 평가하는 중에 생성된 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장부 (110) 는 제1 평가 모델에 의해 관심 영역을 포함하는 것으로 분류된 프레임 영상을 저장하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서 저장부 (110) 는 플래시 메모리 타입, 하드디스크 타입, 멀티미디어 카드 마이크로 타입, 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램, SRAM, 롬, EEPROM, PROM, 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0113] 통신부 (120) 는 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 가 외부 장치와 통신이 가능하도록 연결한다.

통신부 (120) 는 유/무선 통신을 이용하여 의료진 디바이스 (200), 나아가 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 와 연결되어 다양한 데이터를 송수신할 수 있다. 구체적으로, 통신부 (120) 는 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 로부터 개체의 귀 내시경 동영상을 수신할 수 있다. 예를 들어, 통신부 (120) 는 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 로부터 하나의 개체 대한 복수의 각도 및/또는 조도에서 촬영된 동영상 또는 이미지의 프레임들을 수신할 수 있다. 나아가, 통신부 (120) 는 의료진 디바이스 (200) 로 평가 결과를 전달할 수 있다.

- [0114] 프로세서 (130) 는 저장부 (110) 및 통신부 (120) 와 동작 가능하게 연결되며, 개체에 대한 귀 내시경 영상 및/또는 뇌 활성 데이터를 분석하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0115] 구체적으로, 프로세서 (130) 는 통신부 (120) 를 통해 수신된 귀 내시경 영상을 기반으로 고막 또는 외이도와 같은 관심 영역의 포함 여부를 결정하고, 판별된 프레임 영상에 기초하여 병변을 분류하도록 구성될 수 있다.
- [0116] 이때, 프로세서 (130) 는 귀 내시경 동영상을 이루는 프레임 영상에 기초하여 관심 영역의 포함 여부를 판별하는 제1 평가 모델, 및/또는 관심 영역을 포함하는 프레임 영상에 기초하여 최종적으로 병변 여부를 분류하도록 구성된 제2 평가 모델에 기초할 수 있다.
- [0117] 또한, 프로세서 (130) 는, 다양한 CNN 모델을 앙상블 진단을 내리는 모듈과 한 사람에게서 얻어지는 실시간 동영상의 각 프레임 별로 분류를 수행하여 여러 프레임에 대한 앙상블 분류를 진행하는 모듈의 두 가지 서로 다른 앙상블 기법이 적용될 수 있다. 이에, 프로세서 (130) 는, 앙상블 모델을 이용하여 최종 진단을 수행하도록 구성됨에 따라, 귀 병변에 대한 진단의 정확도가 높을 수 있다.
- [0118] 본 발명의 특징에 따르면, 프로세서 (130) 는, 단일의 개체에 대한 복수의 조도를 갖는 프레임 각각에 대한 관심 영역의 결정 및 병변 분류를 수행하고, 이를 기초로 앙상블 진단이 가능하도록 구성될 수 있다.
- [0119] 나아가, 프로세서 (130) 는 평가 모델에 의한 출력 결과를 기초로 병변 분류 결과를 결정하여 제공할 뿐만 아니라, 병변의 예측 과정에서 결정된 관심 영역을 포함하는 프레임 영상을 캡처링하여 (Capturing) 제공하도록 구성될 수 있다. 이에, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 불명확한 의료 영상으로 인한 의료진의 귀의 병변의 진행에 대한 잘못된 해석을 방지하고, 실제 임상 실무에 있어서 의료진의 워크 플로우를 향상시킬 수 있다.
- [0120] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 프로세서 (130) 는 관심 영역을 포함했을 때뿐만 아니라, 사용자의 음식을 인식하여 특정 프레임을 캡처하도록 더욱 구성될 수 있다.
- [0121] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서 (130) 는 프로세서는 판별 결과에 기초하여 상기 관심 영역의 여부에 따라 상이한 판별음을 생성하도록 더 구성될 수 있다.
- [0122] 나아가, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 상기 판별음을 출력하는 표시부 (미도시) 를 더욱 포함할 수 있다. 이때, 판별음은 소리 변환 음과 형성을 통해 생성될 수 있다. 한편, 사용자는 판별음을 통해, 측정기의 위치를 보다 용이하게 설정하고 원하는 결과를 획득할 경우 종료를 수행할 수도 있다.
- [0123] 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 하드웨어 적으로 설계된 것이 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 의 프로세서 (130) 는 소프트웨어로 구현될 수 있다. 이에, 귀의 병변에 대한 평가 결과는 상기 소프트웨어가 연결된 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스 (300) 의 표시부를 통해 표시될 수도 있다.
- [0124] 한편, 도 1c를 함께 참조하면, 의료진 디바이스 (200) 는 통신부 (210), 표시부 (220), 저장부 (230) 및 프로세서 (240) 를 포함한다.
- [0125] 통신부 (210) 는 의료진 디바이스 (200) 가 외부 장치와 통신이 가능하도록 연결한다. 통신부 (210) 는 유/무선 통신을 이용하여 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 와 연결되어 귀의 병변의 진단과 연관된 다양한 데이터를 송수신할 수 있다. 구체적으로, 통신부 (210) 는 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 로부터 개체의 귀의 병변의 진단과 연관된 평가 결과, 예를 들어 정상 고막 (normal eardrum) 인지, 또는 중양, 고막 천공 (Tympanic perforation), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction), 고막염 (Myringitis) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa), 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나의 병변 발병 여부, 및 병변 영역을 수신하고, 병변을 예측 과정에서 결정되는 관심 영역 등의 시각적 정보를 수신할 수 있다. 상기 정보들은 귀 내시경

영상에 대하여 표시되어 제공될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0126] 표시부 (220) 는 개체의 귀의 병변의 진단과 연관된 평가 결과를 나타내기 위한 다양한 인터페이스 화면을 표시할 수 있다.
- [0127] 다양한 실시예에서 표시부 (220) 는 터치스크린을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 전자 펜 또는 사용자의 신체의 일부를 이용한 터치 (touch), 제스처 (gesture), 근접, 드래그 (drag), 스와이프 (swipe) 또는 호버링 (hovering) 입력 등을 수신할 수 있다.
- [0128] 저장부 (230) 는 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하기 위해 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 다양한 실시예에서 저장부 (230) 는 플래시 메모리 타입 (flash memory type), 하드디스크 타입 (hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입 (multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리 (예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램 (Random Access Memory, RAM), SRAM (Static Random Access Memory), 롬 (Read-Only Memory, ROM), EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM (Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0129] 프로세서 (240) 는 통신부 (210), 표시부 (220) 및 저장부 (230) 와 동작 가능하게 연결되며, 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0130] 이하에서는, 도 2, 도 3a 및 도 3d를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법을 구체적으로 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다. 도 3a 및 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법에 따라 귀의 병변 여부를 결정하는 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0131] 먼저, 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변 평가의 절차는 다음과 같다. 먼저, 개체에 대한 귀 내부 동영상의 수신된다 (S210). 그 다음, 제1 평가 모델에 의해 귀 내부 동영상의 프레임 각각에 대하여 관심 영역의 포함 여부가 결정된다 (S220). 다음으로, 제2 평가 모델에 의해 판별된 프레임에 기초하여 개체의 병변 여부가 결정되고 (S230), 마지막으로 평가 결과가 제공된다 (S240).
- [0132] 보다 구체적으로, 귀 내부 동영상이 수신되는 단계 (S210) 에서 귀 내시경 동영상, 또는 초음파 동영상과 같은 귀 내부 동영상이 수신될 수 있다. 이때, 내부 동영상은 고막 또는 외이도와 같은 병변이 존재할 확률이 높은 관심 영역을 포함할 수 있다. 나아가, 귀지와 같은 이물질들 또한 포함할 수 있다.
- [0133] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 귀 내부 동영상이 수신되는 단계 (S210) 에서, 귀 내시경 영상 촬영 디바이스가 구동되어 실시간으로 촬영된 귀 내시경 영상이 획득될 수 있다.
- [0134] 본 발명의 특징에 따르면, 귀 내부 동영상이 수신되는 단계 (S210) 에서, 귀 내시경 영상 촬영 디바이스의 조도 및 각도 설정에 따른, 복수의 조도 및/또는 각도를 갖는 동영상 및 이의 프레임을 더 수신할 수도 있다.
- [0135] 다음으로, 관심 영역의 포함 여부가 결정되는 단계 (S220) 에서, 귀 내시경 동영상을 이루는 프레임 영상을 입력으로 하여 관심 영역의 포함 여부를 출력하도록 구성된 제1 평가 모델이 이용될 수 있다.
- [0136] 예를 들어, 도 3a를 참조하면, 귀 내부 동영상이 수신되는 단계 (S210) 에서 수신된 귀 내시경 동영상 (312) 을 이루는 복수의 프레임 영상 (314a, 314b, 314c, 314d, 314e) 이 제1 평가 모델 (320) 에 입력된다. 그 결과, 복수의 프레임 영상 (314a, 314b, 314c, 314d, 314e) 각각에 대하여 관심 영역의 포함 여부가 결정되고, 관심 영역을 포함하는 프레임 영상이 획득될 수 있다.
- [0137] 이때, 제1 평가 모델 (320) 은, 복수의 프레임 영상 (314a, 314b, 314c, 314d, 314e) 각각에 대하여 정상 고막 (normal eardrum) 인지 여부에 대한 확률, 또는 중양, 고막 천공 (Tympanic perforation), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction), 고막염 (Myringitis) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa), 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나의 병변에 대한 확률인 제1 병변 확률을 산출하고, 그 결과에 기초하여 복수의 프레임 영상 (314a, 314b, 314c, 314d, 314e) 각각에 대한 관심 영역의 포함 여부를 결정할 수 있다.
- [0138] 본 발명의 특징에 따르면, 제1 평가 모델 (320) 은 제1 병변 확률만을 출력하고, 관심 영역의 포함 여부는 출력된 제1 병변 확률을 이용하여 독립적으로 수행될 수도 있다.
- [0139] 이때, 관심 영역의 판별은 하기의 수학식 1에 의해 수행될 수 있다.

[0140] [수학식 1]

$$\sigma(I_i) = \begin{cases} 1 & \text{if } \max\{p_c(I_i)\} > p_{thr} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0141]

[0142] 여기서, $p_c(I_i)$ 는 i 프레임 영상이 병변 클래스 c일 확률을 의미하고, p_{thr} 은 상기 확률에 대한 미리 결정된 수준 (임계치) 이고, $\sigma(I_i)$ 는 관심 영역을 포함하는지에 대한 판별 결과이다.

[0143] 즉, 수학식 1에 따르면, 관심 영역의 포함 여부는 제1 병변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 경우 1로, 그렇지 않은 경우 0으로 결정될 수 있다.

[0144] 결과적으로, 천공일 확률이 70 %인 프레임 영상 (314c), 천공일 확률이 95 % 인 프레임 영상 (314d), 천공일 확률이 99 % 인 프레임 영상 (314d) 가 고막 영역 (3141a, 3141b, 3141c) 을 포함하는 프레임 영상으로 결정될 수 있다.

[0145] 한편, 본 발명의 특징에 따르면, 관심 영역의 포함 여부가 결정되는 단계 (S220) 이후에 판별 결과에 기초하여 관심 영역의 여부에 따라 상이한 판별음을 생성하고, 판별음을 출력하는 단계가 더 수행될 수 있다.

[0146] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 관심 영역의 포함 여부가 결정되는 단계 (S220) 이후에 판별 결과에 기초하여 관심 영역을 포함하는 프레임 영상은 저장부에 저장될 수 있다.

[0147] 다시 도 3a를 함께 참조하면, 제1 평가 모델 (320) 에 의해 관심 영역을 포함하는 것으로 판별된 프레임 영상 (314c, 314d, 314e) 이 결정될 경우, 판별음이 실시간으로 출력될 수 있다.

[0148] 더욱이, 귀지 등의 방해 요소를 포함하지 않고, 고막을 포함하여 진단의 명확함을 제공할 수 있는 판별된 프레임 영상 (314c, 314d, 314e) 은, 캡처링되어 저장 및 출력될 수 있다.

[0149] 다시, 도 2를 참조하면, 개체의 병변 여부가 결정되는 단계 (S230) 가 수행된다.

[0150] 본 발명의 특징에 따르면, 개체의 병변 여부가 결정되는 단계 (S230) 에서 제2 평가 모델에 의해 관심 영역을 포함하는 것으로 판별된 프레임에 대하여 제2 병변 확률이 산출되고, 제2 병변 확률에 의해 개체의 귀에 대한 병변 여부가 결정된다.

[0151] 예를 들어, 도 3a를 다시 참조하면, 관심 영역을 포함하는 것으로 판별된 프레임 영상 (314c, 314d, 314e) 이 제2 평가 모델 (330) 에 입력될 수 있다. 그 다음, 판별된 프레임 영상 (314c, 314d, 314e) 각각에 대하여 정상 고막 인지에 대한 확률, 또는 중양, 고막 천공, 상고 실내함 함물, 고막염을 갖는 외이도염, 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나의 병변에 대한 확률인 제2 병변 확률이 산출되고, 제2 병변 확률이 다양한 통계적 방법에 의해 합산되어 최종적으로 발병된 병변이 결정될 수 있다.

[0152] 이때, 병변의 최종 분류는 하기 수학식 2에 의해 수행될 수 있다.

[0153] [수학식 2]

$$C^* = f\{I_1, I_2, \dots, I_N\}$$

[0155] 여기서, C^* 는 병변 클래스 (예를 들어, 정상 고막 또는, 중양 또는, 고막 공 또는, 상고 실내함 함물 또는, 고막염을 갖는 외이도염 또는, 고막염이 없는 외이도염) 이고, $\{I_1, I_2, \dots, I_N\}$ 은 귀 내부 동영상 을 이루는 복수의 프레임 영상을 의미할 수 있다.

[0156] 결과적으로, 개체의 병변 여부가 결정되는 단계 (S230) 의 결과로, 개체가 95 %의 확률로 고막 천공을 갖는 것으로 결정될 수 있다.

[0157] 한편, 본 발명의 특징에 따르면, 제2 평가 모델은 복수의 모델로 구성된 앙상블 모델일 수 있다. 이때, 복수의 모델은 전술한 제1 평가 모델을 포함할 수 있다. 예를 들어, 복수의 모델 중 가장 간단한 구조를 갖는 모델이 제1 평가 모델로 선택될 수 있다.

[0158] 이에, 개체의 병변 여부가 결정되는 단계 (S230) 에서, 제2 평가 모델이 앙상블 모델일 경우, 복수의 모델 각각은, 관심 영역을 포함하는 프레임에 대한 병변 여부를 결정하고, 복수의 모델 각각에 대한 평가 결과를 합산하고, 합산된 평가 결과에 기초하여 개체의 귀에 대한 병변 여부를 결정할 수 있다.

- [0159] 예를 들어, 도 3c를 함께 참조하면, 제2 평가 모델 (330) 은 복수의 모델 (330a, 330b) 로 이루어질 수 있고, 제1 평가 모델 (320) 에 의해 관심 영역을 포함하는 것으로 판별된 프레임 영상 (314c, 314d, 314e) 이 복수의 모델 (330a, 330b) 각각에 입력될 수 있다. 그 다음, 복수의 모델 (330a, 330b) 각각은, 판별된 프레임 영상 (314c, 314d, 314e) 각각에 대하여 정상 고막 인지에 대한 확률, 또는 중양, 고막 천공, 상고 실내함 함몰, 고막염을 갖는 외이도염, 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나의 병변에 대한 확률인 제2 병변 확률을 산출한다. 이때, 복수의 모델 (330a, 330b) 중 적어도 하나는, 제1 평가 모델 (320) 과 구조적 특징이 동일한 모델일 수도 있다. 그 다음, 복수의 모델 (330a, 330b) 에 의해 출력된 제2 병변 확률들이 다양한 통계적 방법에 의해 합산되어 최종적으로 발병된 병변이 결정될 수 있다.
- [0160] 즉, 제2 평가 모델 (330) 은 복수의 모델들 (330a, 330b) 의 앙상블에 기초한 앙상블 분류뿐만 아니라 한 사람에게서 얻는 복수의 데이터의 관측한 결과를 앙상블 기법으로 종합하여 최종적으로 병변을 분류함에 따라, 진단 결과의 신뢰도가 높을 수 있다.
- [0161] 한편, 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 개체의 병변 여부가 결정되는 단계 (S230) 이후에, 제2 평가 모델에 의해, 제2 병변 확률이 미리 결정된 수준 이상인 복수의 병변이 결정된 경우, 동반 질환이 발병된 것으로 결정될 수 있다.
- [0162] 예를 들어, 제2 평가 모델에 의해 임계치 (70 %) 를 넘는 두 개의 질환이 결정된 경우 두 개의 질환은 동시에 발병된 것으로 결정될 수도 있다.
- [0163] 마지막으로, 평가 결과가 제공되는 단계 (S240) 에서, 개체에 대한 귀의 질환의 발병 여부에 대한 평가 결과가 제공될 수 있다.
- [0164] 예를 들어, 도 3a를 다시 참조하면, 평가 결과가 제공되는 단계 (S240) 에서, 최종 평가 결과 (342) 가 제공될 수 있다. 이때, 최종 평가 결과 (342) 는 최종 결정된 병변에 대한 확률뿐만 아니라, 고막 영역 (3141a, 3141b, 3141c) 및 천공 영역 (3421) 의 병변 영역을 프레임 영상에 표시하여 제공할 수 있다.
- [0165] 이상의 다양한 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법에 따라, 시각적으로 설명 가능한 귀의 병변 진단 시스템이 제공될 수 있다. 이에, 본 발명은, 상기 귀의 병변 진단 시스템을 제공함에 따라 부정확한 측정으로 인한 의료진의 귀의 병변의 진단에 대한 잘못된 해석을 방지하고, 실제 임상 실무에 있어서 의료진의 워크플로우를 향상시킬 수 있다.
- [0166] 한편, 귀의 병변 진단 시스템은 귀 내시경과 같은 영상 진단 장치로부터의 귀 내시경 동영상의 수신과 동시에 병변의 예측을 수행할 수 있다. 즉, 귀의 병변 진단 시스템은 스트리밍 서비스를 제공할 수 있고, 실시간으로 귀의 병변의 진단 정보를 제공할 수 있다.
- [0167] 또한, 귀의 병변 진단 시스템은 사용자의 음성을 인식하여, 진단 과정에서 특정 프레임을 캡처하고 저장하여, 귀의 병변의 진단에 대한 영상 정보를 제공할 수 있다.
- [0168] 나아가, 귀의 병변 진단 시스템은 판별 결과에 기초하여, 소리 변환 음과 형성을 통해 관심 영역의 여부에 따라 상이한 판별음을 생성하고, 판별음을 제공할 수도 있다.
- [0169] 이하에서는, 도 4a 및 도 4b를 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에 따른 제1 평가 모델 및 제2 평가 모델의 학습 데이터를 설명한다.
- [0170] 먼저, 도 4a의 (a), (b), (c) 및 (d)를 참조하면, 제1 평가 모델 및 제2 평가 모델의 학습에 적용되는, 정상 고막으로 라벨링된 다양한 학습용 귀 내부 영상이 도시된다. 이때, 정상 고막으로 라벨링된 학습용 귀 내부 영상은 병변과 상이한 귀지를 포함할 수도 있다.
- [0171] 다음으로, 도 4b를 참조하면, 정상 고막을 포함하는 6 가지의 병변이 라벨링된 학습용 귀 내부 영상이 도시된다. 이때, 보다 구체적으로 라벨링된 학습용 귀 내부 영상은, 고막 천공 (Tympanic perforation) (도 4b의 (a)), 상고 실내함 함몰 (Attic retraction) (도 4b의 (b)), 고막염 (Myringitis) 또는 급성 중이염/외이도염 (Acute otitis media/externa) (도 4b의 (c)), 에퓨전 (effusion) 을 갖는 외이도염 (Otitis externa) (도 4b의 (d)), 중이 또는 외이도 중양 또는 귀지색전 (cerumen impaction) (도 4b의 (e)), 및 정상 고막 (도 4b의 (f)) 을 포함한다.
- [0172] 제1 평가 모델 및 제2 평가 모델은, 라벨링된 학습용 귀 내부 영상을 입력으로 하여, 정상 고막인지에 대한 확률, 또는 고막 천공, 상고 실내함 함몰, 고막염을 갖는 외이도염, 및 고막염이 없는 외이도염 중 적어도 하나의

병변에 대한 확률을 출력하도록 학습될 수 있다.

- [0173] 한편, 제2 평가 모델은 복수의 모델로 이루어진 앙상블 모델일 수 있다. 이때, 복수의 모델은 전술한 제1 평가 모델을 포함할 수 있고, 복수의 모델 중 가장 간단한 구조를 갖는 모델이 제1 평가 모델로 선택될 수 있다.
- [0174] 한편, 본 발명의 제2 평가 모델은, Inception-v3 및 Resnet-v2의 두 개의 모델로 이루어진 앙상블 모델일 수 있다. 그러나 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 본 발명의 제2 평가 모델은, CNN (Convolutional Neural Network) 기반의 VGG net, ResNet, DenseNet 및, encoder-decoder structure를 갖는 FCN (Fully Convolutional Network), SegNet, DeconvNet, DeepLAB V3+, U-net와 같은 DNN (deep neural network), SqueezeNet, Alexnet, ResNet18, MobileNet-v2, GoogLeNet, Resnet50, Resnet101, Inception-v3 중 선택된 적어도 두 개의 모델이 앙상블을 이루는 모델일 수도 있다.
- [0175] **비교예: 본 발명의 제2 평가 모델 및 단독 모델의 성능 비교**
- [0176] 이하에서는 도 5a 내지 5c를 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에 적용되고 복수의 모델로 이루어진 제2 평가 모델과 단독 모델 Inception-v3 및 Resnet-v2에 대한 성능 평가 결과를 비교하여 설명한다.
- [0177] 이때, 제2 평가 모델은, Inception-v3 및 Resnet-v2의 두 개의 모델로 이루어진 앙상블 모델이 이용되었다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0178] 도 5a 내지 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 귀의 병변에 대한 정보 제공 방법에 따른, 평가 결과를 도시한 것이다.
- [0179] 도 5a의 (a)를 참조하면, 고막염 (Myringitis) 으로 라벨링된 영상에 대하여 Resnet-v2의 단독 모델은, '종양'으로 분류한 것으로 나타난다. 그러나, 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 제2 평가 모델은 '고막염'으로 정확하게 분류한 것으로 나타난다.
- [0180] 도 5a의 (b)를 참조하면, 종양으로 라벨링된 영상에 대하여 Resnet-v2의 단독 모델은, '고막염'으로 분류한 것으로 나타난다. 그러나, 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 제2 평가 모델은 '종양'으로 정확하게 분류한 것으로 나타난다.
- [0181] 도 5a의 (c)를 참조하면, 종양으로 라벨링된 영상에 대하여 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 제2 평가 모델은 '종양'으로 정확하게 분류한 것으로 나타난다.
- [0182] 도 5a의 (d)를 참조하면, ARADOM (attic retraction or adhesive otitis media) 즉, 상고 실내함 함몰 또는 유착성 중이염으로 라벨링된 영상에 대하여 Inception-v3의 단독 모델은, '정상 고막'으로 분류한 것으로 나타난다. 그러나, 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 제2 평가 모델은 'ARADOM'으로 정확하게 분류한 것으로 나타난다.
- [0183] 도 5b를 함께 참조하면, 분류의 정확도는 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 제2 평가 모델인 앙상블 (ensemble) 모델이 다른 단독 모델 Inception-v3 및 Resnet-v2보다 높은 것으로 나타난다.
- [0184] 이러한 결과는, 제2 평가 모델이, 단독 모델보다 진단 성능이 높음을 의미할 수 있다.
- [0185] 더욱이, 도 5c의 (a), (b) 및 (c)각각을 참조하면, Inception-v3, Resnet-v2 및 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 제2 평가 모델인 앙상블 모델에 대한 병변 클래스 분류 결과가 도시된다. 이때, x축은 정답 라벨의 클래스이고, y축은 각각의 모델에 의해 분류된 클래스이다.
- [0186] 결과에 따르면, 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 제2 평가 모델에 대한 진단 및 분류의 정확도는 평균 93.73%로 다른 단독 모델보다 유의한 수준으로 높은 것으로 나타난다.
- [0187] 즉, 이러한 결과는, 제1 평가 모델 및 앙상블 모델인 제2 평가 모델에 기초한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 귀의 병변 진단 시스템이, 정확한 귀의 병변에 대한 평가 결과를 제공할 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0188] 특히, 본 발명은, 제안된 귀의 병변 진단 시스템은, 병변의 진단에 있어서 입력되는 영상의 퀄리티에 따른 필터링을 진행하지 않아 성능 향상의 한계를 갖는 종래의 진단 시스템보다 진단 성능이 우수하여 상고 실내함 함몰과 같은 귀 병변의 분류가 가능할 수 있다.
- [0189] 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

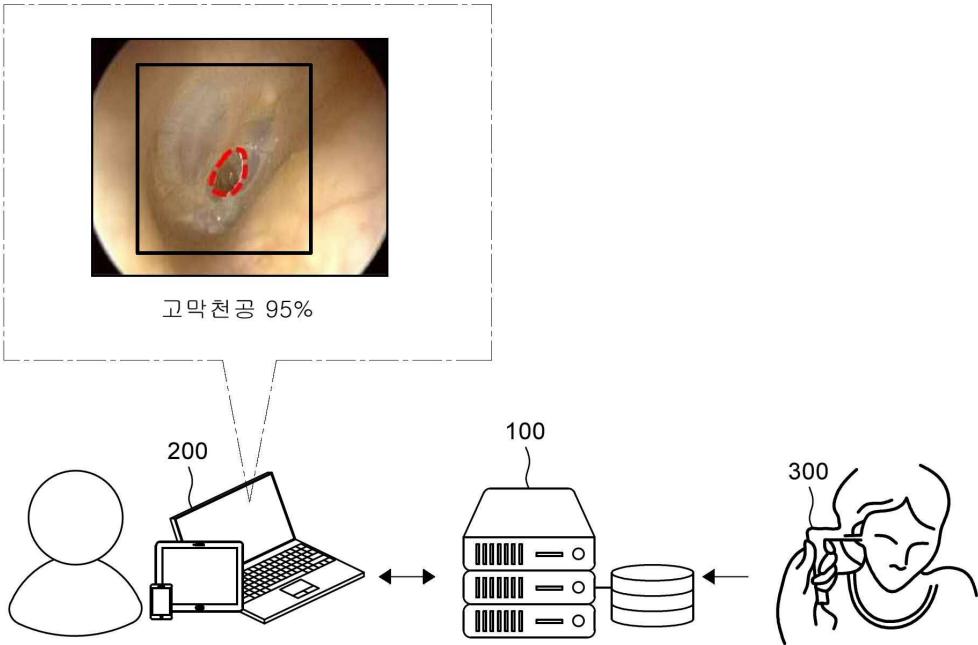
[0190]

100: 귀의 병변에 대한 정보 제공용 디바이스
 110, 230: 저장부
 120, 210: 통신부
 130, 240: 프로세서
 200: 의료진 디바이스
 220: 표시부
 300: 귀 내시경 영상 촬영용 디바이스
 312: 귀 내시경 영상
 314: 복수의 프레임 영상
 314c, 314d, 314e: 판별된 프레임 영상
 3141a, 3141b, 3141c: 고막 영역
 320: 제1 평가 모델
 330: 제2 평가 모델
 330a, 330b: 복수의 모델
 342: 최종 평가 결과
 3421: 천공 영역

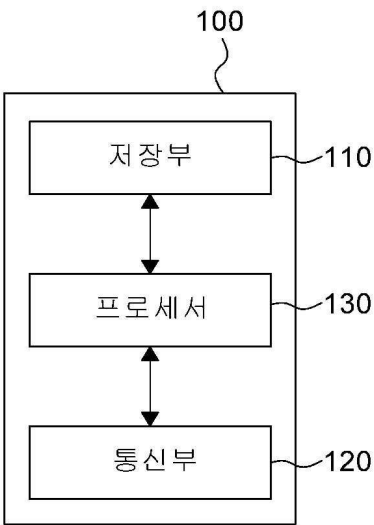
도면

도면1a

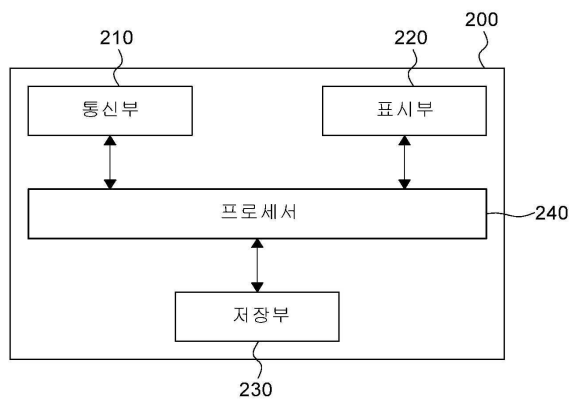
1000



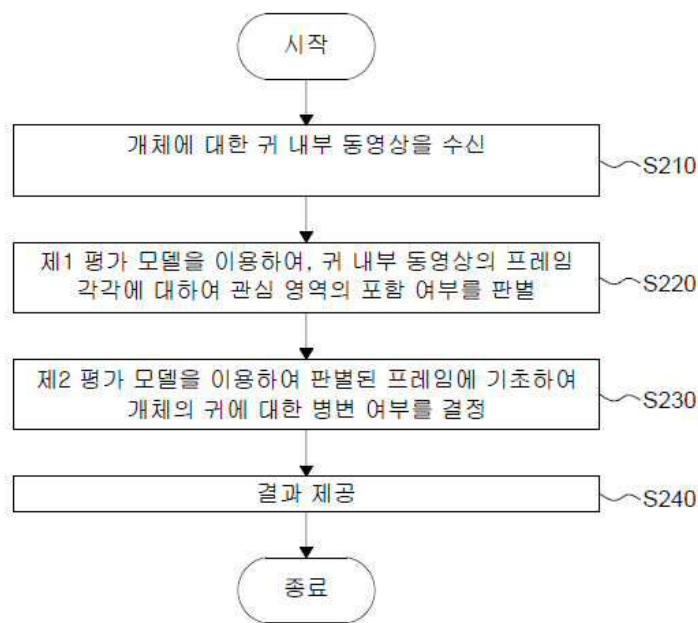
도면1b



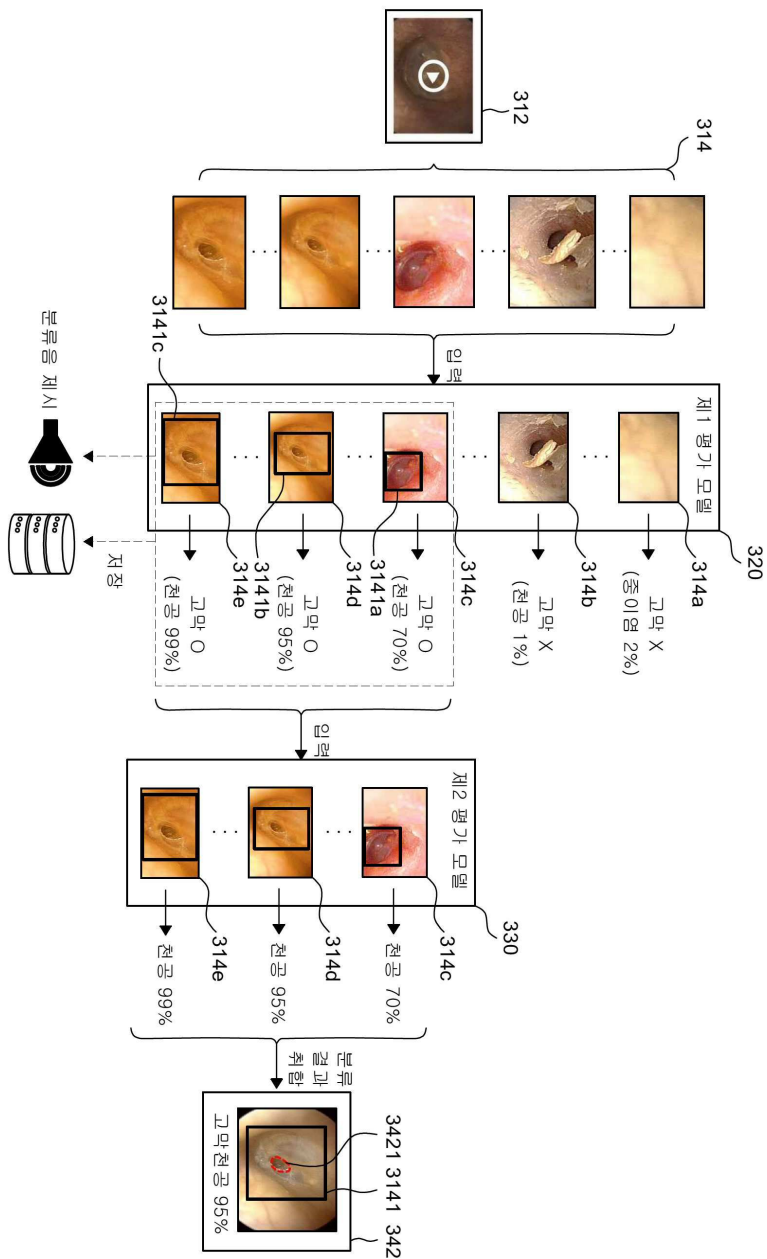
도면1c



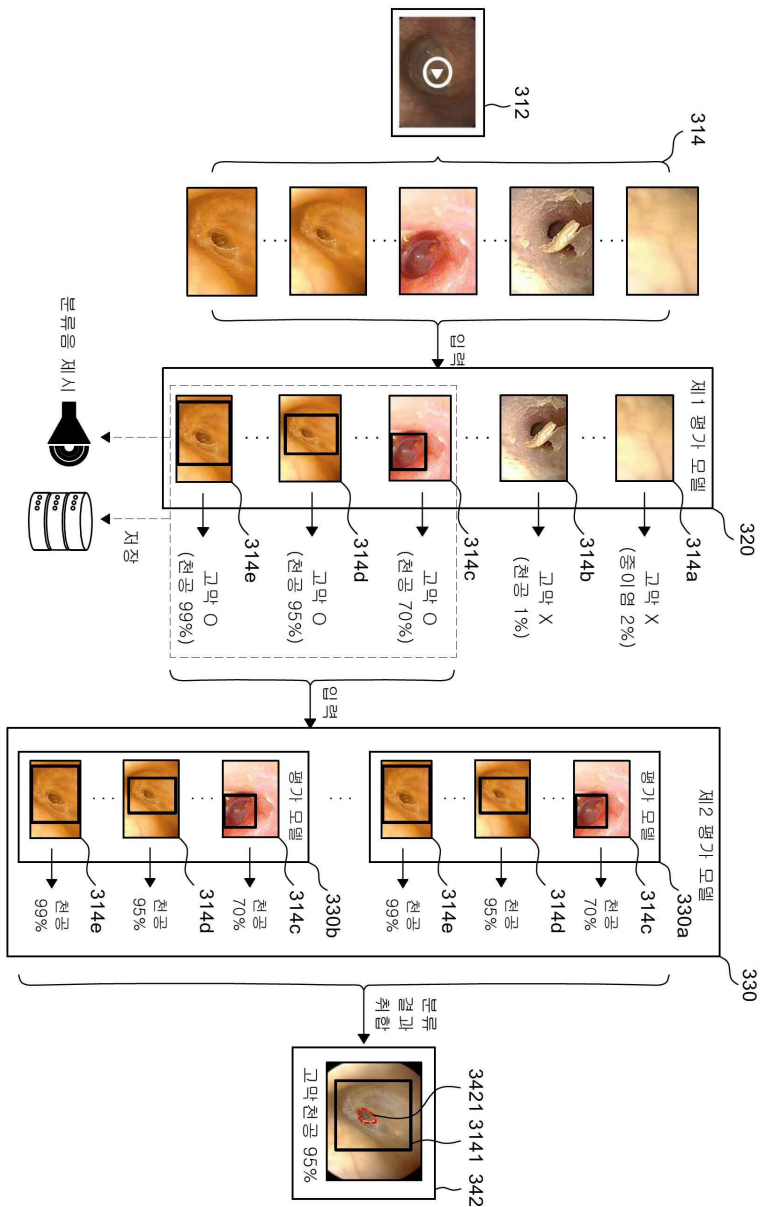
도면2



도면3a



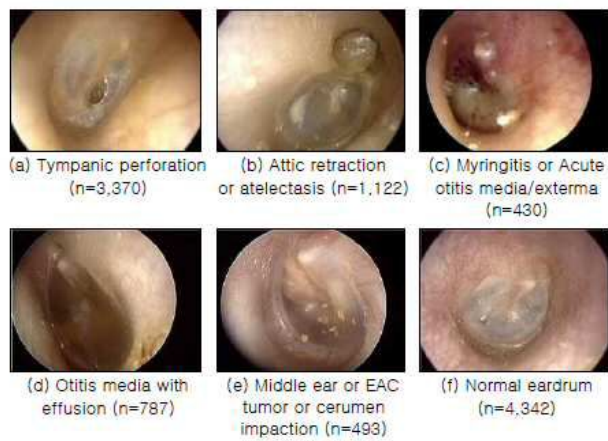
도면3b



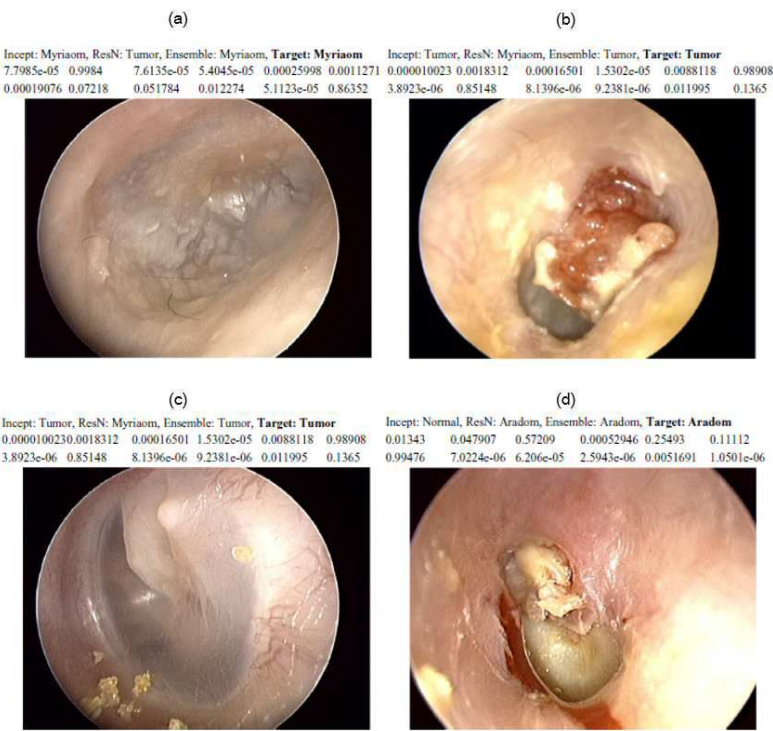
도면4a



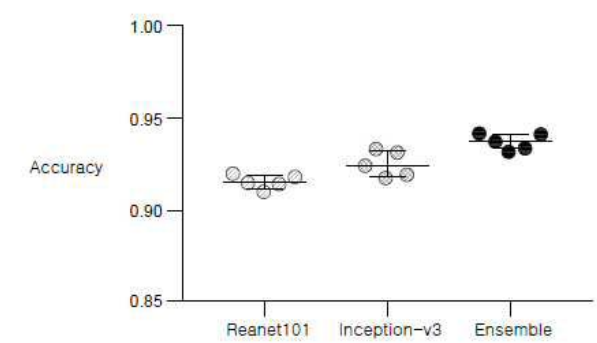
도면4b



도면5a



도면5b



도면5c

Output class													
No	Tp	Ar	Mv	Om	Tu	No	Tp	Ar	Mv	Om	Tu	No	Tp
890 96.8%	11 0.5%	26 1.2%	6 0.3%	9 0.4%	9 0.4%	820 98.9%	14 0.7%	22 1.0%	2 0.1%	15 0.7%	4 0.2%	840 99.5%	10 0.5%
8	654 31.0%	5 0.2%	10 0.5%	0 0.0%	0 0.0%	16 30.5%	9 9.2%	4 7.2%	13 12.0%	2 0.1%	1 0.0%	8 64.3%	3 10.1%
9	183 8.7%	183 9.1%	2 0.1%	3 0.1%	2 0.1%	17 9.4%	9 16.2%	5 9.2%	5 9.2%	2 0.1%	5 9.2%	9 5.0%	5 16.2%
0.6%	0.2%	8.7%	0.1%	0.1%	10.3%	0.8%	0.4%	4.2%	0.2%	0.1%	0.2%	0.4%	0.2%
1	4	1	66 3.1%	2 0.1%	3 0.1%	8 15.4%	6 11.5%	1 1.9%	1 1.9%	1 1.9%	1 1.9%	1 1.9%	1 1.9%
0.0%	0.2%	0.0%	3.1%	0.1%	14.5%	0.4%	0.3%	0.0%	2.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
8	0	9	0	142 6.7%	2 0.1%	1	0	5	1 1.9%	1 1.9%	1 1.9%	3 0	0
0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%	11.8%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
2	0	1	2	1	82 93.2%	6 0.3%	3 0.1%	0	4	4	36 83.5%	0.0%	0.0%
0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	3.9%	0.3%	0.1%	0.0%	0.2%	0.2%	16.5%	0.0%	0.0%
96.8%	97.0%	81.3%	76.7%	90.4%	83.7%	94.5%	95.3%	85.8%	70.9%	84.7%	87.8%	97.5%	97.2%
3.2%	3.0%	18.7%	23.3%	9.6%	16.3%	5.5%	4.7%	14.2%	29.1%	15.3%	12.2%	2.5%	2.8%
No	Tp	Ar	Mv	Om	Tu	No	Tp	Ar	Mv	Om	Tu	No	Tp
									</				