



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0144439
(43) 공개일자 2022년10월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/20 (2018.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/12 (2006.01) G06N 20/00 (2019.01)
G06N 3/08 (2006.01) G16H 10/60 (2018.01)
G16H 30/40 (2018.01) G16H 50/30 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/20 (2018.01)
A61B 5/123 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0050571

(22) 출원일자 2021년04월19일

심사청구일자 2021년04월19일

(71) 출원인

연세대학교 원주산학협력단

강원도 원주시 흥업면 연세대길 1

(72) 발명자

서영준

서울특별시 강남구 성릉로 8, 213동 1203호 (개포동, 래미안블레스티지)

(74) 대리인

김보정

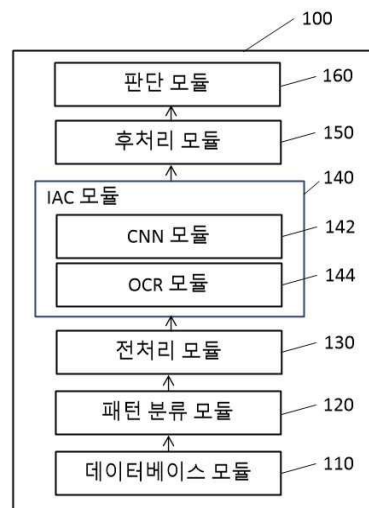
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 기계 학습에 기초한 순음청력검사의 자동화 결과 판독 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히, 순음청력검사의 검사결과지로부터 영상 처리를 통해 관심 영역을 추출하여 분석함으로써 난청 유무를 판독하는 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 장치는, 데이터베이스로부터 미분석 영상 이미지를 조회하며, PTA 검사결과지를 호출하는 데이터베이스 모듈, 상기 PTA 검사결과지로부터 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역을 추출하는 전처리 모듈, 상기 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역으로부터 영상 이미지를 인식 및 분류하는 IAC 모듈, 상기 IAC 모듈에서 인식 및 분류된 영상 이미지를 후처리 하여, 부호 데이터의 좌표 값을 결과 값으로 산출하는 후처리 모듈, 및 상기 결과 값을 정상 범주의 기준 값과 비교 분석하여 난청 여부를 판단하는 판단 모듈을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/7264 (2013.01)

G06N 20/00 (2021.08)

G06N 3/08 (2013.01)

G16H 10/60 (2021.08)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/30 (2018.01)

G16H 50/70 (2018.01)

명세서

청구범위

청구항 1

데이터베이스로부터 미분석 영상 이미지를 조회하며, PTA 검사결과지를 호출하는 데이터베이스 모듈;

상기 PTA 검사결과지로부터 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역을 추출하는 전처리 모듈;

상기 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역으로부터 영상 이미지를 인식 및 분류하는 IAC 모듈;

상기 IAC 모듈에서 인식 및 분류된 영상 이미지를 후처리 하여, 부호 데이터의 좌표 값을 결과 값으로 산출하는 후처리 모듈; 및

상기 결과 값을 정상 범주의 기준 값과 비교 분석하여 난청 여부를 판단하는 판단 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 IAC 모듈은 CNN 모듈과 OCR 모듈을 포함하며, 상기 CNN 모듈은 PTA 검사결과지의 부호 이미지를 인식하여 분류하며, 상기 OCR 모듈은 환자 정보 이미지를 인식하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 PTA 검사결과지의 패턴을 분류하여 상기 전처리 모듈로 전달하는 패턴 분류 모듈을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 IAC 모듈은 상기 영상 이미지로부터 분석하고자 하는 복수의 제1 관심 영역을 추출하며, 상기 제1 관심 영역을 세분화 한 제2 관심 영역을 추출하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 관심 영역은 상기 PTA 검사결과지에 표시된 좌우측 내이의 기도음 또는 골도음의 검사 결과 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제2 관심 영역은 좌측 내이 기도음(Left HTL), 좌측 내이 차폐 기도음(Left Masked HTL), 좌측 내이 골도음(Left BCL), 좌측 내이 차폐 골도음(Left Masked BCL), 우측 내이 기도음(Right HTL), 우측 내이 차폐 기도음(Right Masked HTL), 우측 내이 골도음(Right BCL), 우측 내이 차폐 골도음(Right Masked BCL) 및 보청기 순음 검사음(Aided) 중 하나 이상의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 CNN 모듈은 상기 PTA 검사결과지의 그래프 영역을 추출하여 분석하며, 상기 그래프 영역으로부터 부호 데이터를 추출하여 분류하도록 CNN 학습 알고리즘을 적용하여 학습이 이루어지는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 이미 분류 및 라벨링 된 부호 데이터를 학습 그룹과 테스트 그룹으로 분류하고, 학습 그룹을 통해 학습된 결과물을 테스트 그룹의 부호와 비교 연산하는 과정을 반복하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 상기 부호 데이터의 특징을 추출하는 컨벌루션 레이어(Convolution Layer)와 상기 부호 데이터를 분류하는 서브샘플링 레이어(Subsampling Layer) 또는 풀링 레이어(Pooling Layer)를 통해 상기 부호 데이터의 특징을 파악하며, 풀리 컨넥티드 레이어(Fully Connected Layer)에서 기계가 인식 가능한 배열정보 형태로 변경하여, 변경된 부호 데이터의 특징 정보를 뉴럴 네트워크(Neural Network)에 적용하여 분류함으로써 상기 부호 데이터의 특징을 인식하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 장치.

청구항 10

- (a) 미분석 영상 이미지를 조회하며, PTA 검사결과지를 호출하는 단계;
- (b) 상기 PTA 검사결과지로부터 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역을 추출하는 단계;
- (c) 상기 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역으로부터 영상 이미지를 인식 및 분류하는 단계;
- (d) 상기 인식 및 분류된 영상 이미지를 후처리 하여, 부호 데이터의 좌표 값을 결과 값으로 산출하는 단계; 및
- (e) 상기 결과 값을 정상 범주의 기준 값과 비교 분석하여 난청 여부를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 (b) 단계는, 상기 PTA 검사결과지의 패턴을 분류하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 (c) 단계는, 상기 PTA 검사결과지의 부호 이미지를 인식하여 분류하는 단계와, 환자 정보 이미지를 인식하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 (c) 단계는, 상기 영상 이미지로부터 분석하고자 하는 복수의 제1 관심 영역을 추출하며, 상기 제1 관심 영역을 세분화 한 제2 관심 영역을 추출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제1 관심 영역은 상기 PTA 검사결과지에 표시된 좌우측 내이의 기도음 또는 골도음의 검사 결과 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 제2 관심 영역은 좌측 내이 기도음(Left HTL), 좌측 내이 차폐 기도음(Left Masked HTL), 좌측 내이 골도음(Left BCL), 좌측 내이 차폐 골도음(Left Masked BCL), 우측 내이 기도음(Right HTL), 우측 내이 차폐 기도음(Right Masked HTL), 우측 내이 골도음(Right BCL), 우측 내이 차폐 골도음(Right Masked BCL) 및 보청기 순음 검사음(Aided) 중 하나 이상의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 (c) 단계는, 상기 PTA 검사결과지의 그래프 영역을 추출하여 분석하며, 상기 그래프 영역으로부터 부호 데이터를 추출하여 분류하도록 CNN 학습 알고리즘을 적용하여 학습하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 이미 분류 및 라벨링 된 부호 데이터를 학습 그룹과 테스트 그룹으

로 분류하고, 학습 그룹을 통해 학습된 결과물을 테스트 그룹의 부호와 비교 연산하는 과정을 반복하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 상기 부호 데이터의 특징을 추출하는 컨벌루션 레이어(Convolution Layer)와 상기 부호 데이터를 분류하는 서브샘플링 레이어(Subsampling Layer) 또는 풀링 레이어(Pooling Layer)를 통해 상기 부호 데이터의 특징을 파악하며, 풀리 컨넥티드 레이어(Fully Connected Layer)에서 기계가 인식 가능한 배열정보 형태로 변경하여, 변경된 부호 데이터의 특징 정보를 뉴럴 네트워크(Neural Network)에 적용하여 분류함으로써 상기 부호 데이터의 특징을 인식하는 것을 특징으로 하는 청력 검사 결과 판독 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히, 순음청력검사의 검사결과로부터 영상 처리를 통해 관심 영역을 추출하여 분석함으로써 난청 유무를 판독하는 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 소리가 잘 안 들리는 것을 난청이라 한다. 난청은 이상 부위에 따라 크게 전음성 난청, 감각신경성 난청, 혼합성 난청으로 나눌 수 있으며, 난청의 원인에 따라 보다 세분화 된다.

[0003] 전음성 난청은 음을 전달하는 외이나 중이에 문제가 있는 경우이며, 감각신경성 난청은 내이 이후 신경 회로에 문제가 있는 경우이고, 혼합성 난청은 외이, 중이, 내이 모두에 문제가 있는 경우이다.

[0004] 난청 판독은 환자의 청력검사 중 순음청력검사(PTA, Pure Tone Audiometry)와 청성뇌간반응검사(ABR, Auditory Brainstem Response)의 검사결과지에 기초하여 청력을 판독한다.

[0005] 순음청력검사는 피검사자의 반응이 필요한 주관적 평가방법 중 하나이다. 피검사자에게 각 주파수 대역의 순음(pure-tone)을 제시하여 개인이 들을 수 있는 가장 작은 소리 레벨을 산출하는 검사 방법이다. 순음청력검사는 피검사자가 헤드폰을 착용하고 순음을 전달하여 공기전도경로를 확인하는 기도순음청력검사(ACT)와 피검사자가 골전도체를 착용하고 두개골의 진동을 통해 소리를 전달하여 골전도경로를 확인하는 골도순음청력검사(BCT)가 있다. 검사자는 기도순음청력검사(ACT)와 골도순음청력검사(BCT)를 통한 청력검사 결과를 판독하여, 전음성 난청, 감각신경성 난청, 혼합성 난청 등을 변별할 수 있다.

[0006] 청성뇌간반응검사는 소리 자극을 들려주고 이에 대한 청각계로부터의 전기반응을 두피에 위치한 전극을 통하여 기록하는 검사이다. 청성뇌간반응은 소리 자극 후 10msec 이내에 청신경과 뇌간에서 나타나는 반응으로 마취와 수면의 영향을 받지 않고 측정이 가능하다. 자극음은 클릭(click), 톤펄프(tone pip) 등이 사용되는데 이 중에서 클릭음은 주파수 특성이 없으나 생성시간과 지속시간이 짧고 청신경을 동시에 흥분시킬 수 있어 임상적으로 널리 사용된다. 톤펄프는 주파수 특이성 검사, 특히 저음역 난청이 있는 경우 사용된다.

[0007] 난청 검사와 관련하여, 한국공개특허 10-2017-0058679호는 사용자의 청력을 판별하여 사용자에게 적합한 보청기를 선정해서 제공하도록 하기 위한 청력 판별 방법을 개시하며, 한국공개특허 10-2015-0131022호는 청력의 쇠약의 자각이 없는 사람에게 위화감 없이 자연스런 형태로 청력 테스트를 받게 하는 청력 검사 장치, 청력 검사 방법 및 청력 검사용 단어 작성 방법을 개시하고, PCT 공개특허 2016/096568호는 개별 시험자의 청각 특성을 추정하는 청력 검사 시스템 및 컴퓨터 판독 가능 매체를 개시한다.

[0008] 상기 종래 기술들은 난청 검사결과지의 관심 영역으로부터 필요한 데이터를 추출하여 수치화 함으로써 난청 판독의 정밀성을 높이는 방식에 대해 개시하지 않고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2017-0058679호

(특허문헌 0002) 한국공개특허 10-2015-0131022호

(특허문헌 0003) PCT 공개특허 2016/096568호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 창출된 것으로서, 본 발명의 목적은 순음청력검사의 검사결과지 영상에 기초하여 청력을 판독함으로써 난청 여부와 어떤 종류의 난청이 있는지 확인할 수 있는 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 장치는, 데이터베이스로부터 미분석 영상 이미지를 조회하며, PTA 검사결과지를 호출하는 데이터베이스 모듈, 상기 PTA 검사결과지로부터 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역을 추출하는 전처리 모듈, 상기 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역으로부터 영상 이미지를 인식 및 분류하는 IAC 모듈, 상기 IAC 모듈에서 인식 및 분류된 영상 이미지를 후처리 하여, 부호 데이터의 좌표 값을 결과 값으로 산출하는 후처리 모듈, 및 상기 결과 값을 정상 범주의 기준 값과 비교 분석하여 난청 여부를 판단하는 판단 모듈을 포함한다.

[0012] 여기서, 상기 IAC 모듈은 CNN 모듈과 OCR 모듈을 포함하며, 상기 CNN 모듈은 PTA 검사결과지의 부호 이미지를 인식하여 분류하며, 상기 OCR 모듈은 환자 정보 이미지를 인식할 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 PTA 검사결과지의 패턴을 분류하여 상기 전처리 모듈로 전달하는 패턴 분류 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 IAC 모듈은 상기 영상 이미지로부터 분석하고자 하는 복수의 제1 관심 영역을 추출하며, 상기 제1 관심 영역을 세분화 한 제2 관심 영역을 추출할 수 있다.

[0015] 여기서, 상기 제1 관심 영역은 상기 PTA 검사결과지에 표시된 좌우측 내이의 기도음 또는 골도음의 검사 결과 값을 포함할 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 제2 관심 영역은 좌측 내이 기도음(Left HTL), 좌측 내이 차폐 기도음(Left Masked HTL), 좌측 내이 골도음(Left BCL), 좌측 내이 차폐 골도음(Left Masked BCL), 우측 내이 기도음(Right HTL), 우측 내이 차폐 기도음(Right Masked HTL), 우측 내이 골도음(Right BCL), 우측 내이 차폐 골도음(Right Masked BCL) 및 보청기 순음 검사음(Aided) 중 하나 이상의 정보를 포함할 수 있다.

[0017] 여기서, 상기 CNN 모듈은 상기 PTA 검사결과지의 그래프 영역을 추출하여 분석하며, 상기 그래프 영역으로부터 부호 데이터를 추출하여 분류하도록 CNN 학습 알고리즘을 적용하여 학습이 이루어질 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 이미 분류 및 라벨링 된 부호 데이터를 학습 그룹과 테스트 그룹으로 분류하고, 학습 그룹을 통해 학습된 결과물을 테스트 그룹의 부호와 비교 연산하는 과정을 반복할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 상기 부호 데이터의 특징을 추출하는 컨벌루션 레이어(Convolution Layer)와 상기 부호 데이터를 분류하는 서브샘플링 레이어(Subsampling Layer) 또는 풀링 레이어(Pooling Layer)를 통해 상기 부호 데이터의 특징을 과약하며, 풀리 컨넥티드 레이어(Fully Connected Layer)에서 기계가 인식 가능한 배열정보 형태로 변경하여, 변경된 부호 데이터의 특징 정보를 뉴럴 네트워크(Neural Network)에 적용하여 분류함으로써 상기 부호 데이터의 특징을 인식할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 방법은, (a) 미분석 영상 이미지를 조회하며, PTA 검사결과지를 호출하는 단계, (b) 상기 PTA 검사결과지로부터 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역을 추출하는 단계, (c) 상기 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역으로부터 영상 이미지를 인식 및 분류하는 단계, (d) 상기 인식 및 분류된 영상 이미지를 후처리 하여, 부호 데이터의 좌표 값을 결과 값으로 산출하는 단계; 및 (e) 상기 결과 값을 정상 범주의 기준 값과 비교 분석하여 난청 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

[0021] 여기서, 상기 (b) 단계는, 상기 PTA 검사결과지의 패턴을 분류하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0022] 여기서, 상기 (c) 단계는, 상기 PTA 검사결과지의 부호 이미지를 인식하여 분류하는 단계와, 환자 정보 이미지를 인식하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 여기서, 상기 (c) 단계는, 상기 영상 이미지로부터 분석하고자 하는 복수의 제1 관심 영역을 추출하며, 상기 제1 관심 영역을 세분화 한 제2 관심 영역을 추출하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 여기서, 상기 제1 관심 영역은 상기 PTA 검사결과지에 표시된 좌우측 내이의 기도음 또는 골도음의 검사 결과값을 포함할 수 있다.
- [0025] 여기서, 상기 제2 관심 영역은 좌측 내이 기도음(Left HTL), 좌측 내이 차폐 기도음(Left Masked HTL), 좌측 내이 골도음(Left BCL), 좌측 내이 차폐 골도음(Left Masked BCL), 우측 내이 기도음(Right HTL), 우측 내이 차폐 기도음(Right Masked HTL), 우측 내이 골도음(Right BCL), 우측 내이 차폐 골도음(Right Masked BCL) 및 보청기 순음 검사음(Aided) 중 하나 이상의 정보를 포함할 수 있다.
- [0026] 여기서, 상기 (c) 단계는, 상기 PTA 검사결과지의 그래프 영역을 추출하여 분석하며, 상기 그래프 영역으로부터 부호 데이터를 추출하여 분류하도록 CNN 학습 알고리즘을 적용하여 학습하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 여기서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 이미 분류 및 라벨링 된 부호 데이터를 학습 그룹과 테스트 그룹으로 분류하고, 학습 그룹을 통해 학습된 결과물을 테스트 그룹의 부호와 비교 연산하는 과정을 반복할 수 있다.
- [0028] 여기서, 상기 CNN 학습 알고리즘은 상기 부호 데이터의 특징을 추출하는 컨벌루션 레이어(Convolution Layer)와 상기 부호 데이터를 분류하는 서브샘플링 레이어(Subsampling Layer) 또는 풀링 레이어(Pooling Layer)를 통해 상기 부호 데이터의 특징을 파악하며, 풀리 컨넥티드 레이어(Fully Connected Layer)에서 기계가 인식 가능한 배열정보 형태로 변경하여, 변경된 부호 데이터의 특징 정보를 뉴럴 네트워크(Neural Network)에 적용하여 분류함으로써 상기 부호 데이터의 특징을 인식할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따른 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법은 순음청력검사의 검사결과지 영상에 기초한 청력을 판독함으로써 난청 여부 및 난청 종류를 확인하여 정확한 의료시술을 시행 가능하게 하는 효과가 있다.
- [0030] 또한, 본 발명에 따른 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법은 청력검사의 영상 이미지에 대해 합성곱 신경망(CNN, Convolutional Neural Network)을 이용한 기계 학습에 기초하여 정확하고 신뢰성 있는 난청 판독을 가능하게 하는 효과가 있다.
- [0031] 또한, 본 발명에 따른 청력 검사 결과 판독 장치 및 방법은 비정형화되어 있는 청력도를 정형화된 데이터로 전환하여 청각의 다양한 주파수 대역별 청력의 병적 여부를 판단하여 발생가능한 질병을 예방하고 치료할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 장치가 적용된 시스템의 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 방법을 도시한 순서도이다.
- 도 4는 PTA 검사결과 이미지를 도시한 도면이다.
- 도 5는 PTA 검사 결과 영역에서 추출된 부호 형태를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 도 5의 부호 형태를 분류한 부호 데이터를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 PTA 검사결과지의 사용자 정보 추출 이미지를 도시한 도면이다.
- 도 8은 사용자 정보 인식 결과물을 규격화 한 도면이다.
- 도 9는 CNN 모듈의 부호 학습 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 CNN 학습 알고리즘의 부호 학습의 예시적인 데이터를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 본 발명의 청력 검사 결과 판독 장치(100)는 데이터베이스 모듈(110), 전처리 모듈(130), IAC 모듈(140), 후처리 모듈(150) 및 판단 모듈(160)을 포함하며, 선택적으로 패턴 분류 모듈(120)을 더 포함한다.

[0036] 데이터베이스 모듈(110)은 데이터베이스로부터 미분석 영상 이미지를 조회하며, PTA 검사결과지를 호출한다. 이를 위해 데이터베이스 모듈(110)은 데이터베이스 연결을 위한 정보와 세션 관리 및 트랜잭션 제어를 실행한다. 하기 표는 데이터베이스 모듈(110)의 변수(variable)를 예시적으로 설명한 표이다.

표 1

Variable Name	Data Type	Description
_dbIp	String	DB연결을 위한 IP정보를 담는 변수
_dbPort	String	DB연결을 위한 Port정보를 담는 변수
_dbName	String	DB연결을 위한 DB이름을 담는 변수
_dbUser	String	DB연결을 위한 DB 계정 아이디를 담는 변수
_dbPw	String	DB연결을 위한 DB 계정 비밀번호를 담는 변수

[0038] 또한, 하기 표는 데이터베이스 모듈(110)의 메소드(method)를 예시적으로 설명한 표이다.

표 2

Method Name	Parameter	Return	Description
ConnectedDatabase	dbIp,dbPort, dbName, dbUser, dbPw	Boolean	DB연결을 수행하는 메소드
isConnectedDatabase	N/A	Boolean	DB연결상태를 체크하는 메소드
Get ImageInfo	N/A	List of Dict	미처리 검사 결과지들을 가져오는 메소드
SetPtaResultData	resultSet	1(Succese) 0(Fail)	PTA결과지 분석 결과물을 DB에 저장하는 메소드

[0040] 패턴 분류 모듈(Pattern Classification Module, 120)은 PTA 검사결과지 패턴을 분류하며, 패턴에 따라 전처리 분기를 실행한다. 병원마다 검사결과지 패턴은 상이하게 구성될 수 있으며, 패턴 분류 모듈(120)은 검사결과지가 어느 병원의 루트를 따라 입력된 것인지 분류하여, 동일한 유형의 패턴을 갖는 검사결과지가 모일 수 있도록 한다.

[0041] 하기 표는 패턴 분류 모듈(120)의 메소드(method)를 예시적으로 설명한 표이다.

표 3

Method Name	Parameter	Return	Description
GetPatternType	Image	0001(제1 병원) 0002(제2 병원) 0003(제3 병원) 0004(제4 병원)	입력받은 이미지가 어느 패턴에 해당하는지 분류하는 메소드

[0043] 전처리 모듈(130)은 PTA 검사결과지로부터 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역을 추출한다. 또한, 전처리 모듈(130)은 검사결과지로부터 좌/우(청색/적색) 분류를 실행하며, 검사결과지로부터 부호 영역 이미지를 추출한다.

[0044] 하기 표는 전처리 모듈(130)의 메소드(method)를 예시적으로 설명한 표이다.

표 4

Method Name	Parameter	Return	Description
ProcAnalysis	sheetInfo	image&Dict	검사결과지의 전체적인 전처리를 시작하는 메소드
GetClientInfo	image	Image&Dict	전처리된 검사결과지에서 환자정보 영역을 추출하는 메소드
GetGraphInfo	image	image&Dict	전처리된 검사결과지에서 그래프 영역을 추출하는 메소드
GetSymbolInfo	image	List of image &List of Dict	전처리된 검사결과지 그래프 영역에서 부호가 존재 가능한 영역들을 추출 및 필터링하는 메소드
GetValidColor	image	Red image &Blue image	추출된 부호가 존재 가능한 영역들을 적색(오른쪽)과 청색(왼쪽)을 각각 추출하여 분리하는 메소드

IAC 모듈(Image Analysis or Classification Module, 140)은 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역으로부터 영상 이미지를 인식 및 분류하며, CNN(Convolutional Neural Network) 모듈(142)과 OCR(Optical Character Recognition) 모듈(144)을 포함할 수 있다.

CNN 모듈(142)은 PTA 검사결과지의 부호 이미지를 인식하여 분류하며, OCR 모듈(144)은 환자 정보 이미지 인식 기능을 실행한다.

IAC 모듈(140)은 분석 또는 분류해야 할 이미지와 정보가 입력되었을 때, 환자 정보 영역인 경우 OCR 모듈(144)을 호출하여 이미지 인식을 실행하고, 그래프 부호 분류인 경우는 CNN 모듈(142)을 호출하여 이미지 분류를 실행한다.

하기 표들은 CNN 모듈(142)이 이미지의 패턴과 타입에 맞춰 CNN 분류 모델을 호출하여, 이미지 분류를 실행하게 하는 변수(variable) 및 메소드(method)를 예시적으로 나타낸다.

표 5

Variable Name	Data Type	Description
trainModel	File	학습이 완료된 CNN Model파일을 불러와 답을 변수

표 6

Method Name	Parameter	Return	Description
GetResult	symbolImg	List of Dict	입력받은 부호 이미지를 분류하는 메소드

OCR 모듈(144)은 테서렉트(Tesseract)를 사용하여 이미지를 인식할 수 있으며, 하기 표들은 이미지 인식을 위한 변수와 메소드를 나타낸다.

표 7

Variable Name	Data Type	Description
tesseract	File	호출한 Tesseract를 답을 변수

표 8

Method Name	Parameter	Return	Description
GetClientInfo	clientImg	Dict	입력받은 환자영역 이미지 인식을 수행하는 메소드

후처리 모듈(150)은 IAC 모듈(140)에서 인식 및 분류된 영상 이미지를 후처리 하여, 부호 데이터의 좌표 값을 결과 값으로 산출하고, 상기 결과 값을 규격화 하여 데이터베이스에 저장할 수 있다. 여기서, CNN 모듈(142)은

인식된 부호에 대해 좌표별로 수치화 하며, CNN 모듈(142)과 OCR 모듈(144)을 통해 분석된 결과 데이터가 규칙화된 형식으로 저장될 수 있다.

[0056] CNN 모듈(142)에서 인식한 PTA 검사결과지 내 각 부호별 분석 결과 데이터는 하기 표와 같이 VO(Value Object)에 저장될 수 있다.

표 9

Variable Name	Data Type	Description
Symbol	Enum	분류 가능한 부호 정보들을 담고 있는 변수
symbolType	Symbol	분류한 부호 명칭을 저장하는 변수
symbolAccuracy	int	부호를 분류한 정확도를 저장하는 변수
symbolDbValue	Int	분류한 부호의 dB값을 저장하는 변수
symbolHzValue	Int	분류한 부호의 Hz값을 저장하는 변수
symbolImg	Image	부호 이미지 변수

[0058] 판단 모듈(160)은 후처리 모듈(150)에서 처리한 결과 값을 정상 범주의 기준 값과 비교 분석하여 난청 여부를 판단한다.

[0059] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 장치가 적용된 시스템의 블록도이다.

[0060] 도 2를 참조하면, 청력 검사 결과 판독 장치(100)는 데이터베이스(10)로부터 분석하고자 하는 청각 검사결과지 이미지(20)를 호출한다. 청각 검사결과지 이미지(20)는 PTA 검사결과지의 이미지가 될 수 있다.

[0061] 계속하여, 청력 검사 결과 판독 장치(100)를 구성하는 패턴 분류 모듈(120), 전처리 모듈(130), IAC 모듈(140), 후처리 모듈(150) 및 판단 모듈(160)에 의해 영상 이미지가 분류 및 처리되어 분석 결과값(30)이 도출되며, 분석 결과값(30)은 데이터베이스(10)에 규칙화 된 형태로 저장된다.

[0062] 데이터베이스(10)는 저장된 분석 결과값(30)을 청각 빅데이터 플랫폼(1000)으로 전달할 수 있으며, 청각 빅데이터 플랫폼(1000)에는 다수의 데이터베이스로부터 입력된 데이터들이 축적될 수 있다.

[0063] 청각 빅데이터 플랫폼(1000)에 축적된 청각 데이터는 보청기, 인공와우, 이어폰, 웨어러블디바이스, 청각 헬스케어 서비스 등 청각 관련 산업계 전반에 걸쳐 기술혁신 촉진에 기초 자료로 활용될 수 있다.

[0064] 본 발명의 청력 검사 결과 판독 장치(100)는 PTA 검사결과지를 이미지 분석 기법 및 딥러닝 기법을 활용하여 자동으로 분석 및 수치화 하고, 청각 빅데이터 플랫폼(1000)과 연동하도록 구성될 수 있다.

[0065] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 결과 판독 방법을 도시한 순서도이다.

[0066] 도 3을 참조하면, 데이터베이스 모듈(110)이 데이터베이스(10)로부터 미분석 영상 이미지를 조회하며, PTA 검사결과지를 호출한다(S210).

[0067] 다음으로, 전처리 모듈(130)은 PTA 검사결과지로부터 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역을 추출한다(S220). 여기서, 패턴 분류 모듈(120)이 PTA 검사결과지의 패턴을 분류하여 전처리 모듈(130)로 전달하도록 구성될 수 있다.

[0068] 이미지 패턴 분류는 각 병원으로부터 전달되는 PTA 검사결과 이미지에 대해패턴을 분류하여 처리하며, 새로운 병원으로부터 PTA 검사결과 이미지가 전달되면 추가적인 전처리 과정을 거쳐 분류한다.

[0069] 병원에 따라 PTA 검사결과지는 제공되는 형태가 상이할 수 있으며, 예를 들어, 이미지의 해상도, 사용자 정보의 위치, 결과 그래프의 위치, 결과 그래프의 형태 또는 결과 부호의 형태가 다르게 구성될 수 있다.

[0070] 본 발명의 청력 검사 결과 판독 장치(100)는 상기와 같이 상이한 검사결과지의 패턴을 분석하여 동일한 형태의 결과물을 추출할 수 있도록 구성된다.

[0071] PTA 검사결과지 분석은 총 4단계로 진행될 수 있으며, 1) PTA 검사결과지 이미지 조회, 2) PTA 검사결과지 패턴 분석, 3) PTA 검사결과지 사용자 정보 영역 추출 및 분석, 4) PTA 검사결과지 그래프 영역 추출 및 분석 단계로 구성될 수 있다.

[0072] PTA 검사결과지의 이미지 조회 단계에서, PTA 검사결과지는 데이터베이스(10)에 이미지 형태로 저장되어 있

으며, 데이터베이스 모듈(110)은 분석되지 않은 이미지 정보를 데이터베이스(10)에서 주기적으로 조회한다.

[0073] 데이터베이스(10)의 구조는 크게 분석 전의 검사결과지 이미지를 저장하는 부분과 분석된 검사결과지의 결과 값을 저장하는 부분으로 구분될 수 있다.

[0074] 분석 전의 검사결과지 이미지는 하기 표들과 같은 테이블로 저장될 수 있다.

표 10

Table Name	Column Name	Data Type	Description
tbl_sheet	SHEET_ID	BIGINT	검사결과지 ID
	SHEET_TYPE	TINYINT	검사결과지 타입
	SHEET_IMAGE	LONGBLOB	이미지 데이터
	CREATE_DATETIME	DATETIME	검사결과지 입력 날짜
	UPDATE_DATETIME	DATETIME	검사결과지 수정 날짜
	PROC_STATUS	TINYINT	검사결과지 처리 상태 (0: 미처리, 1: 처리완료, 2: 대기상태)

[0076] 분석된 검사결과지의 결과 값들은 하기 표들과 같은 테이블로 저장될 수 있다.

표 11

Table Name	Column Name	Data Type	Description
tbl_sheet_info	SHEET_ID	BIGINT	검사결과지 ID
	CLIENT_ID	BIGINT	사용자 정보 ID
	CREATE_DATETIME	DATETIME	검사결과지 분석 처리 날짜
	UPDATE_DATETIME	DATETIME	검사결과지 분석 정보 수정 날짜

표 12

Table Name	Column Name	Data Type	Description
tbl_analysis_symbol_map	SHEET_ID	BIGINT	검사결과지 ID
	SYMBOL_IDX	INT	부호 IDX
	SYMBOL_TYPE_ID	INT	부호 타입 ID
	ACCURACY	INT	분석 정확도
	DB_VALUE	INT	Db(Decibel) 값
	HZ_VALUE	INT	Hz(Hertz) 값

표 13

Table Name	Column Name	Data Type	Description
tbl_symbol_info	SYMBOL_TYPE_ID	INT	부호 타입 ID
	SYMBOL_NAME	VARCHAR	부호 이름
	SYMBOL_TYPE	TINYINT	부호 타입(0: 알수없음, 1: right, 2: left)
	SYMBOL_STATUS	TINYINT	부호 처리 정보(0: 처리하지 않음, 1: 분석처리)

표 14

Table Name	Column Name	Data Type	Description
tbl_client_info	CLIENT_ID	BIGINT	사용자 ID
	CLIENT_NO	INT	사용자 NO
	CLIENT_GENDER	YINYINT	사용자 성별 (0: 알수없음, 1: 남자, 2: 여자)
	CLIENT_BIRTH	DATETIME	사용자 생년월일
	CLIENT_EXAM_AGE	INT	사용자 나이(0: 알수없음)
	CLIENT_EXAM_DATE	DATETIME	검사 일시
	SITE	VARCHAR	검사 병원 정보

계속하여 도 3을 참조하면, IAC 모듈(140)은 환자 정보 영역 및 검사 결과 영역으로부터 영상 이미지를 인식 및 분류한다(S230). 여기서, CNN 모듈(142)은 PTA 검사결과지의 부호 이미지를 인식하여 분류할 수 있으며, OCR 모듈(144)은 환자 정보 이미지를 인식할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에서, CNN 모듈(142)은 CNN 학습 알고리즘을 이용한 딥러닝 알고리즘을 사용하여 부호 분류 기능을 수행할 수 있으며, OCR 모듈(144)은 테서렉트(Tesseract)를 사용하여 영문 OCR 기능을 수행할 수 있다. 또한, CNN 모듈(142)은 PTA 검사결과지의 그래프 영역을 추출하여 분석하며, 상기 그래프 영역으로부터 부호 데이터를 추출하여 분류하도록 CNN 학습 알고리즘을 적용하여 학습할 수도 있다.

CNN 모듈(142)과 OCR 모듈(144)은 영상 이미지로부터 분석하고자 하는 복수의 제1 관심 영역을 추출하며, 상기 제1 관심 영역을 세분화 한 제2 관심 영역을 추출한다. 여기서, 제1 관심 영역은 상기 PTA 검사결과지에 표시된 좌우측 내이의 기도음 또는 골도음의 검사 결과 값을 포함할 수 있다. 또한, 제2 관심 영역은 좌측 내이 기도음(Left HTL), 좌측 내이 차폐 기도음(Left Masked HTL), 좌측 내이 골도음(Left BCL), 좌측 내이 차폐 골도음(Left Masked BCL), 우측 내이 기도음(Right HTL), 우측 내이 차폐 기도음(Right Masked HTL), 우측 내이 골도음(Right BCL), 우측 내이 차폐 골도음(Right Masked BCL) 및 보청기 순음 검사음(Aided) 중 하나 이상의 정보를 포함할 수 있다.

구체적으로, 순음청력검사(PTA)는 청각사 등의 관련 면허 소지자가 125 Hz~8K Hz로 분류된 대역에서 음의 크기(dB)를 조절하여 소리를 직접 인가하고, 피검자가 소리의 인지 시 컨트롤러를 통해 신호를 입력하여 실행한다. 컨트롤러를 통해 입력된 신호는 부호로 표시되며, 그래프에 표현한 영역이 PTA 검사결과지의 영상에 나타난다.

순음청력검사의 관심 영역은 우측 내이와 좌측 내이의 기도음, 골도음의 검사결과지의 그래프 부분으로 설정하고, 각 주파수(Hz) 대역별 소리의 크기(dB)를 구분하여 추출한다.

계속하여, 후처리 모듈(150)은 상기 인식 및 분류된 영상 이미지를 후처리 하여, 부호 데이터의 좌표 값을 결과 값으로 산출하고(S240), 상기 결과 값을 규격화 하여 저장할 수 있다. 여기서, 부호 데이터의 좌표 값은 도 4의 PTA 검사 결과 영역(300)의 가로축의 주파수(Hz) 대역의 값과, 세로축의 소리의 크기(dB) 값이 될 수 있다.

다음으로, 판단 모듈(160)은 상기 결과 값을 정상 범주의 기준 값과 비교 분석하여 난청 여부를 판단한다(S250).

도 4는 PTA 검사결과 이미지를 도시한 도면이다.

조회된 PTA 검사결과 이미지는 도 4의 형태로 제공되며, 사용자 정보를 표기하는 사용자 정보 영역(200)과 사용자의 PTA 검사 결과 영역(300)으로 나뉜다.

PTA 검사결과지 패턴 분석 단계는 분석이 필요한 영역을 추출하기 위한 단계로 이미지에 표현된 데이터를 영역별로 나누어 실제 분석이 필요한 영역을 인식하고 추출한다. 분석 프로그램에서 필요로 하는 사용자 정보와 청각 검사 그래프 정보를 추출하기 위해 PTA 검사결과지를 도 4의 이미지로 변환하고, 변환된 이미지에서 사용자 정보 영역(200)과 PTA 검사 결과 영역(300)을 각각 추출한다.

PTA 검사결과지의 PTA 검사 결과 영역(300)은 검사 결과에 따라 각각의 특징을 가진 부호의 집합으로 이루어져 있다. 부호는 왼쪽(청색)과 오른쪽(적색)으로 구분되며, 왼쪽 부호와 오른쪽 부호는 각기 다른 형태를 가진다.

- [0092] PTA 검사 결과 영역(300)에서 검출된 부호의 형태는, 예를 들어, 도 5 및 도6과 같이 부여될 수 있다.
- [0093] 도 5는 PTA 검사 결과 영역에서 추출된 부호 형태를 나타내는 도면이며, 도 6은 도 5의 부호 형태를 분류한 부호 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0094] CNN 모듈(142)은 PTA 검사결과지의 PTA 검사 결과 영역(300)에서 부호가 존재하는 영역을 인식하여 도 5와 같은 부호 형태를 추출한다. CNN 모듈(142)은 추출된 부호 형태를 도 6과 같이 정형화된 부호 데이터로 분류하여 라벨링 하며, CNN 학습 알고리즘을 통해 부호 데이터에 대한 학습을 실행한다.
- [0095] 도 7은 PTA 검사결과지 사용자 정보 추출 이미지를 도시한 도면이며, 도 8은 사용자 정보 인식 결과물을 규격화한 도면이다.
- [0096] PTA 검사결과지의 사용자 정보 영역 패턴 추출 결과물은 도 7과 같다. OCR 모듈(144)은 추출된 이미지로부터 사용자 이름(client name), 사용자 번호(client no), 사용자 생년월일(birth date), 검사 일시(date of evaluation) 정보를 인식할 수 있다. OCR 모듈(144)을 통해 인식된 사용자 정보는 도 8과 같이 규격화된 형태로 변환하여 저장될 수 있다.
- [0097] 병원에 따라 PTA 검사결과지의 사용자 정보 항목은 다르게 구성될 수 있으며, 예를 들어, 도 7에 제시된 사용자 정보 보다 많은 정보를 포함하거나, 일부가 누락될 수 있다. 본 발명의 청력 검사 결과 판독 장치(100)의 OCR 모듈(144)은 이 중에서 규격화 된 정보만 추출하여 저장하도록 할 수 있다.
- [0098] PTA 검사결과지 그래프 영역 추출 및 분석 단계는 추출된 청각 검사 그래프 정보를 분석하는 단계로 CNN 모듈(142)의 학습과 그래프 정보 인식 및 분류로 진행된다.
- [0099] 그래프 정보를 인식 및 분류하기 위해서는 CNN 모듈(142)의 선행 학습이 진행되어야 한다.
- [0100] CNN 모듈(142)의 학습 과정은 다음과 같다. 1) 그래프에 존재하는 부호들을 인식하기 위해 부호 정보들을 분류하고 동일한 크기로 변환하며, 라벨링을 통해 각각의 부호들이 의미하는 정보를 입력한다.
- [0101] 2) CNN 학습 알고리즘에 라벨링 된 부호 정보를 입력하며, CNN 학습 알고리즘은 이미 분류 및 라벨링 된 부호 데이터를 학습 그룹과 테스트 그룹으로 분류하고, 학습 그룹을 통해 학습된 결과물을 테스트 그룹의 부호와 비교 연산하는 과정을 반복하여 정확도를 높인다.
- [0102] 학습을 통해 일정 수준 이상의 정확도가 확인된 CNN 모듈(142)은 실제 PTA 검사결과지 분석에 사용되며, 분석을 통해 나온 결과물은 데이터베이스(10)에 저장된다.
- [0103] CNN 모듈(142)은 PTA 검사결과지의 PTA 검사 결과 영역(300)으로부터 부호 데이터를 추출하여 분류하며, 부호 데이터에 부호 정보를 라벨링 하여 CNN 모듈(142)의 학습 시 부호가 의미하는 바를 파악할 수 있게 한다.
- [0104] 도 9는 CNN 모듈의 부호 학습 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] CNN 모듈(142)은 라벨링 된 다수의 부호 데이터를 입력 받아 부호의 특징점을 학습하며, 추후에 새로운 데이터가 입력되었을 때 정확히 라벨링 하도록 학습 목표가 설정된다.
- [0106] 도 9의 CNN 학습 알고리즘의 구조에서, 부호 데이터의 특징을 추출하는 컨벌루션 레이어(Convolution Layer)와 상기 부호 데이터를 분류하는 서브샘플링 레이어(Subsampling Layer) 또는 풀링 레이어(Pooling Layer)를 통해 상기 부호 데이터의 특징이 파악되며, 풀리 컨넥티드 레이어(Fully Connected Layer)에서 기계가 인식 가능한 배열정보 형태로 변경된다. 배열 형태로 변경된 부호 데이터의 특징 정보를 뉴럴 네트워크(Neural Network)에 적용하여 분류함으로써 부호 데이터의 특징을 인식할 수 있는 CNN 학습이 마쳐진다.
- [0107] 도 10은 CNN 학습 알고리즘의 부호 학습의 예시적인 데이터를 도시한 도면이다.
- [0108] 도 10을 참조하면, 실제 부호 학습에 사용된 정보로 2번의 컨벌루션 레이어(Convolution Layer)와 풀링 레이어(Pooling Layer)를 거쳐 부호 데이터의 특징이 추출된다. 또한 풀리 컨넥티드 레이어(Fully Connected Layer)에 해당하는 플랫텐 레이어(Flatten Layer)와 텐스 레이어(Dense Layer)를 거쳐 부호 데이터의 특징 정보를 배열 형태로 변경하고, 분류된 부호 데이터의 특징 정보를 학습하는 과정을 확인할 수 있다.
- [0109] 지금까지 본 발명을 바람직한 실시 예를 참조하여 상세히 설명하였지만, 본 발명이 상기한 실시 예에 한정되는

것은 아니며, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 또는 수정이 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 사상이 미친다 할 것이다.

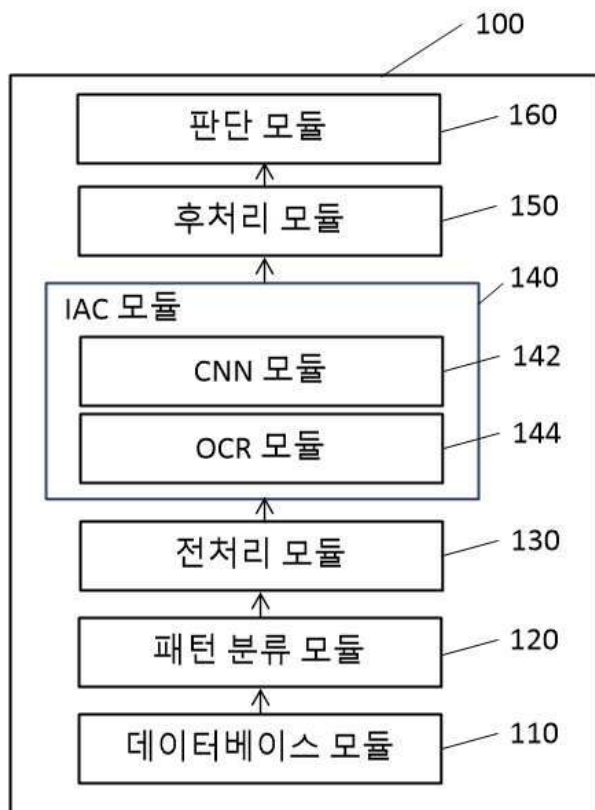
부호의 설명

- 10: 데이터베이스
- 20: 청각 검사결과지 이미지
- 30: 분석 결과값
- 100: 청력 검사 결과 판독 장치
- 110: 데이터베이스 모듈
- 120: 패턴 분류 모듈
- 130: 전처리 모듈
- 140: IAC 모듈
- 142: CNN 모듈
- 144: OCR 모듈
- 150: 후처리 모듈
- 160: 판단 모듈
- 200: 사용자 정보 영역
- 300: PTA 검사 결과 영역
- 1000: 청각 빅데이터 플랫폼

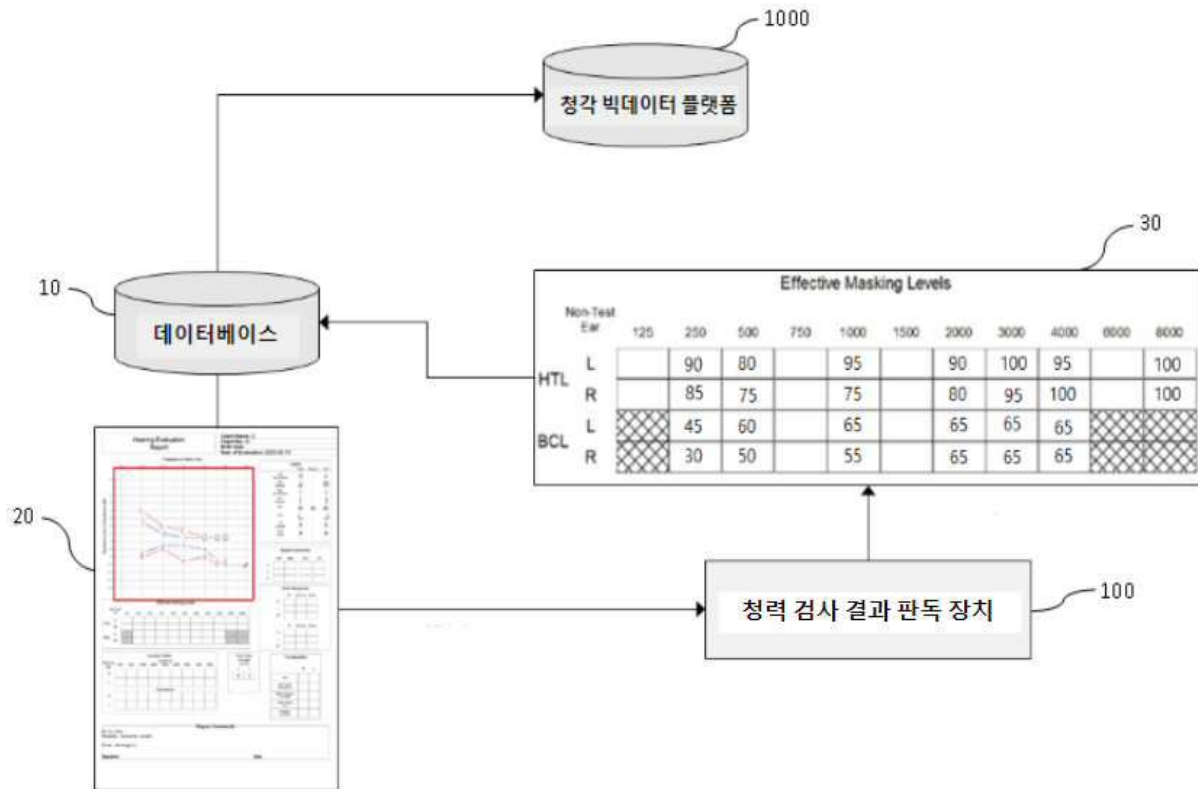
[0110]

도면

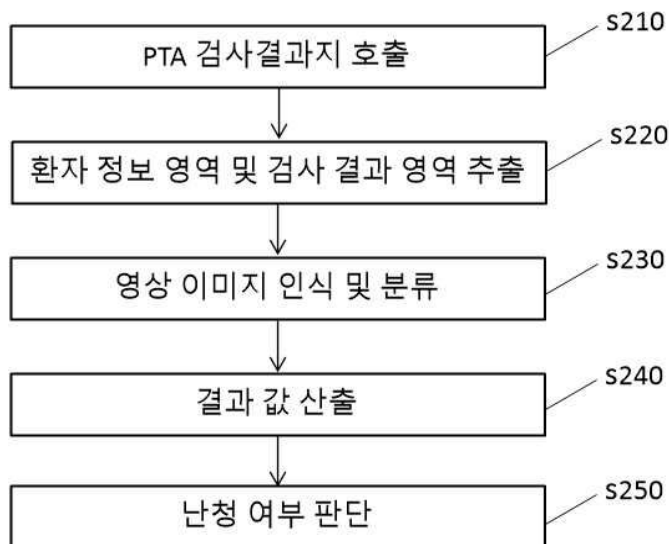
도면1



도면2



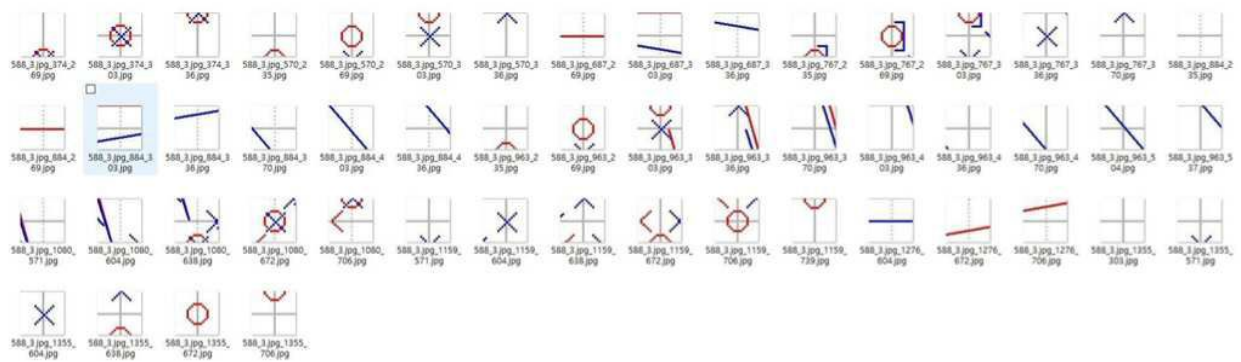
도면3



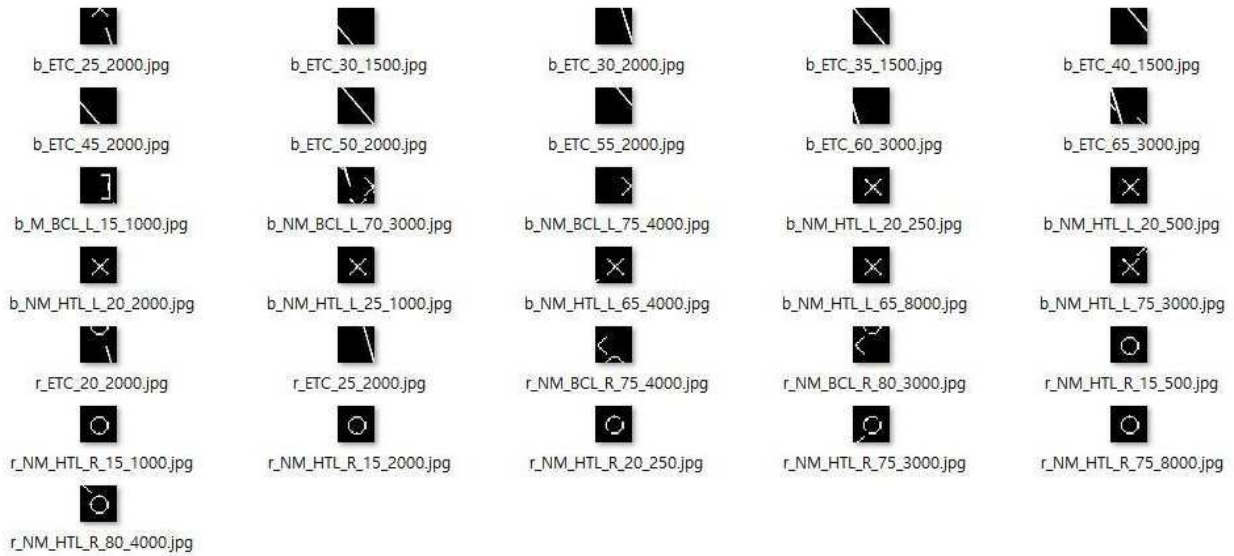
도면4



도면5



도면6



도면7

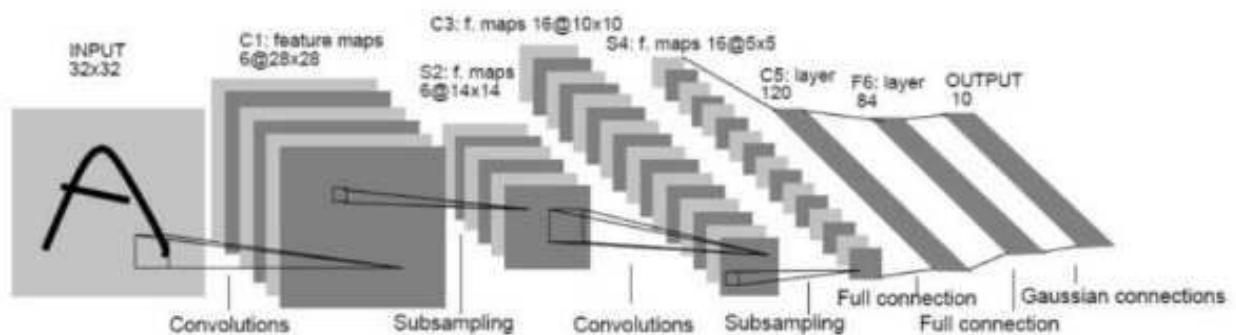
Client Name: 유 [REDACTED]
 Client No.: 6753224
 Birth date: [REDACTED]
 Date of Evaluation: 2011-05-04

도면8

fileName : [2480 x 3508/563_1.jpg]

 Client Name : 유 [REDACTED]
 Client No : 6753224
 Birth Date : N/A
 Date of Evaluation : 2011-05-04

도면9



도면10

Model: "sequential_4"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_8 (Conv2D)	(None, 28, 28, 32)	832
max_pooling2d_6 (MaxPooling2D)	(None, 14, 14, 32)	0
conv2d_9 (Conv2D)	(None, 10, 10, 48)	38448
max_pooling2d_7 (MaxPooling2D)	(None, 5, 5, 48)	0
flatten_4 (Flatten)	(None, 1200)	0
dense_12 (Dense)	(None, 256)	307456
dense_13 (Dense)	(None, 84)	21588
dense_14 (Dense)	(None, 12)	1020
Total params: 369,344		
Trainable params: 369,344		
Non-trainable params: 0		