



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0080753
(43) 공개일자 2025년06월05일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>G16H 50/20</i> (2018.01) <i>A61B 5/00</i> (2021.01)
 <i>A61B 5/12</i> (2006.01) <i>G06N 20/10</i> (2019.01)
 <i>G06N 20/20</i> (2019.01) <i>G16H 10/60</i> (2018.01)
 <i>G16H 50/50</i> (2018.01) <i>G16H 50/70</i> (2018.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>G16H 50/20</i> (2018.01)
 <i>A61B 5/123</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-0143024
 (22) 출원일자 2024년10월18일
 심사청구일자 2024년10월18일</p> <p>(30) 우선권주장
 1020230168579 2023년11월28일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
 고려대학교 산학협력단
 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)</p> <p>(72) 발명자
 이화민
 충청남도 아산시 배방읍 연화로 11, 607동 902호 (연화마을STXKAN6단지아파트)</p> <p>손상현
 서울특별시 송파구 올림픽로35길 104, 16동 807호 (신천동, 장미아파트)</p> <p>최준
 경기도 안산시 단원구 광덕동로 26, 111동 1002호 (고잔동, 푸르지오1차아파트)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 무한</p> |
|--|---|

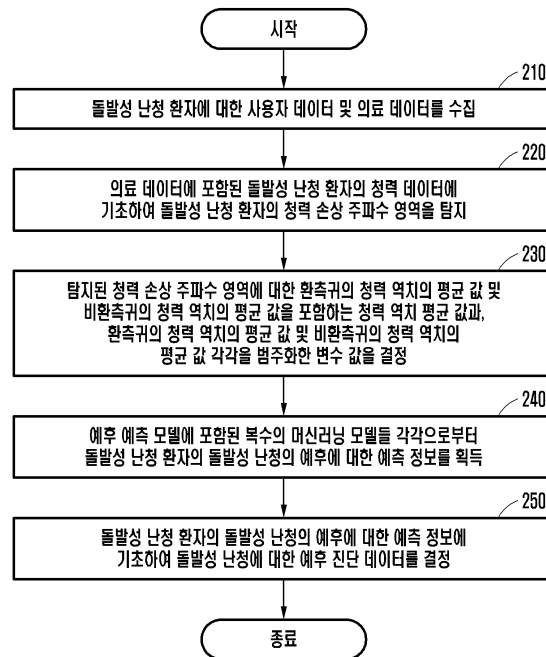
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법 및 장치, 예후 예측 모델을 학습시키는 학습 방법 및 장치**

(57) 요약

돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법 및 장치, 예후 예측 모델을 학습시키는 학습 방법 및 장치가 개시된다. 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법은 돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 수집하고, 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하고, 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정하고, 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하고, 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정한다.

대표도 - 도2



청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계, 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정하는 단계, 청력 역치 평균 값 및 범주화한 변수 값을 포함하는 입력 데이터를 예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하는 단계, 및 예후 예측 모델에 포함된 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/4842 (2013.01)

A61B 5/7267 (2013.01)

G06N 20/10 (2021.08)

G06N 20/20 (2021.08)

G16H 10/60 (2021.08)

G16H 50/50 (2018.01)

G16H 50/70 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711179291
과제번호	00156439
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	ICT혁신인재4.0(고려대학교)
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415189338
과제번호	P0023675
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	산업혁신인재성장지원
연구과제명	디지털헬스산업 전문인력양성
과제수행기관명	한국스마트의료기기산업진흥재단
연구기간	2023.03.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법에 있어서,
 돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 수집하는 단계;
 상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계;
 상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 상기 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 상기 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정하는 단계;
 상기 청력 역치 평균 값 및 상기 범주화한 변수 값을 포함하는 입력 데이터를 예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하는 단계; 및
 상기 예후 예측 모델에 포함된 상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하는 단계
 를 포함하는,
 예후 진단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계는,
 상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계를 포함하는,
 예후 진단 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보는,
 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률을 포함하는,
 예후 진단 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 예후 예측 모델은,
 상기 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 하는,
 예후 진단 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 예후 진단 데이터를 결정하는 단계는,

상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률의 평균에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 또는 미회복을 나타내는 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하는 단계

를 포함하는,

예후 진단 방법.

청구항 6

예후 예측 모델을 학습시키는 학습 방법에 있어서,

돌발성 난청 환자를 각각에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하는 단계;

상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계;

상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 회복 여부에 기초하여 레이블 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 학습 데이터 및 상기 레이블 데이터에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키는 단계

를 포함하는,

학습 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 예후 예측 모델은,

복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 하는,

학습 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계는,

상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계를 포함하는,

학습 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 학습시키는 단계는,

상기 학습 데이터를 상기 예후 예측 모델에 입력하는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하는 단계; 및

상기 레이블 데이터 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키는 단계

를 포함하는,

학습 방법.

청구항 10

하드웨어와 결합되어 제1항 내지 제9항 중 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 11

돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 장치에 있어서,

메모리 및 프로세서를 포함하고,

상기 메모리는 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 인스트럭션들(instructions)을 저장하고,

상기 인스트럭션들이 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서는 상기 예후 진단 장치가,

돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 수집하고,

상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하고,

상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 상기 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 상기 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정하고,

상기 청력 역치 평균 값 및 상기 범주화한 변수 값을 포함하는 입력 데이터를 예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하고,

상기 예후 예측 모델에 포함된 상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하도록 상기 예후 진단 장치를 제어하는,

예후 진단 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 예후 진단 장치가,

상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 상기 예후 진단 장치를 제어하는,

예후 진단 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보는,

상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률을 포함하는,

예후 진단 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 예후 예측 모델은,

상기 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 하는,

예후 진단 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 예후 진단 장치가,

상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률의 평균에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 또는 미회복을 나타내는 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하도록 상기 예후 진단 장치를 제어하는,

예후 진단 장치.

청구항 16

예후 예측 모델을 학습시키는 학습 장치에 있어서,

메모리 및 프로세서를 포함하고,

상기 메모리는 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 인스트럭션들(instructions)을 저장하고,

상기 인스트럭션들이 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서는 상기 학습 장치가,

돌발성 난청 환자들 각각에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하고,

상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하고,

상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 회복 여부에 기초하여 레이블 데이터를 생성하고,

상기 학습 데이터 및 상기 레이블 데이터에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키도록 상기 학습 장치를 제어하는,

학습 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 예후 예측 모델은,

복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 하는,

학습 장치.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 학습 장치가,

상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 상기 학습 장치를 제어하는,

학습 장치.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 학습 장치가,

상기 학습 데이터를 상기 예후 예측 모델에 입력하는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하고,

상기 레이블 데이터 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키도록 상기 학습 장치를 제어하는,

학습 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법 및 장치, 예후 예측 모델을 학습시키는 학습 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 돌발성 난청은 순음청력검사에서 특정한 주파수에서 특정 범위 이상의 청력 손실이 3일 내에 발생한 감각 신경성 난청이다. 돌발성 난청은 이명, 이충만감, 현기증을 동반하기도 한다. 돌발성 난청의 진단은 기본적인 병력청취와 이경 검사를 실시하고 청력검사를 하여 난청의 정도를 알고, 다른 원인 질환들을 감별하는 것에 의해 수행된다. 돌발성 난청의 치료는 스테로이드, 그 외 혈액순환 개선제, 혈관 확장제, 항바이러스제, 이뇨제 등을 통해 이루어진다. 돌발성 난청 환자의 회복 여부의 진단은 모든 환자에게 동일한 표준 주파수 영역을 기준으로 수행된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0003] 일 실시예에 따른 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법은 돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 수집하는 단계; 상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계; 상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 상기 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 상기 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정하는 단계; 상기 청력 역치 평균 값 및 상기 범주화한 변수 값을 포함하는 입력 데이터를 예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하는 단계; 및 상기 예후 예측 모델에 포함된 상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0004] 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계는, 상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0005] 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보는, 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률을 포함할 수 있다.

[0006] 상기 예후 예측 모델은, 상기 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0007] 상기 예후 진단 데이터를 결정하는 단계는, 상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률의 평균에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 또는 미회복을 나타내는 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 따른 예후 예측 모델을 학습시키는 학습 방법은 돌발성 난청 환자들 각각에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하는 단계; 상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계; 상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 회복 여부에 기초하여 레이블 데이터를 생성하는 단계; 및 상기 학습 데이터 및 상기 레이블 데이터에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신

러닝 모델들을 학습시키는 단계를 포함할 수 있다.

- [0009] 상기 예후 예측 모델은, 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0010] 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계는, 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 학습시키는 단계는, 상기 학습 데이터를 상기 예후 예측 모델에 입력하는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하는 단계; 및 상기 레이블 데이터 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 장치는 메모리 및 프로세서를 포함하고, 상기 메모리는 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 인스트럭션들(instructions)을 저장하고, 상기 인스트럭션들이 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서는 상기 예후 진단 장치가, 돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 수집하고, 상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하고, 상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 상기 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 상기 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정하고, 상기 청력 역치 평균 값 및 상기 범주화한 변수 값을 포함하는 입력 데이터를 예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하고, 상기 예후 예측 모델에 포함된 상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하도록 상기 예후 진단 장치를 제어할 수 있다.
- [0013] 상기 프로세서는 상기 예후 진단 장치가, 상기 돌발성 난청 환자의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 상기 예후 진단 장치를 제어할 수 있다.
- [0014] 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보는, 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 예후 예측 모델은, 상기 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 상기 프로세서는 상기 예후 진단 장치가, 상기 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 포함된 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률의 평균에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 또는 미회복을 나타내는 상기 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하도록 상기 예후 진단 장치를 제어할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 따른 예후 예측 모델을 학습시키는 학습 장치는 메모리 및 프로세서를 포함하고, 상기 메모리는 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 인스트럭션들(instructions)을 저장하고, 상기 인스트럭션들이 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서는 상기 학습 장치가, 돌발성 난청 환자들 각각에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하고, 상기 의료 데이터에 포함된 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하고, 상기 탐지된 청력 손상 주파수 영역 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 회복 여부에 기초하여 레이블 데이터를 생성하고, 상기 학습 데이터 및 상기 레이블 데이터에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키도록 상기 학습 장치를 제어할 수 있다.
- [0018] 상기 예후 예측 모델은, 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 상기 프로세서는 상기 학습 장치가, 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 상기 학습 장치를 제어할 수 있다.
- [0020] 상기 프로세서는 상기 학습 장치가, 상기 학습 데이터를 상기 예후 예측 모델에 입력하는 것에 의해 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후

에 대한 예측 정보를 획득하고, 상기 레이블 데이터 및 상기 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 상기 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키도록 상기 학습 장치를 제어할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 일 실시예에 따르면 환자마다 다른 청력 손상에 대한 예후 진단 방법을 제공할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에 따르면 환자마다 다른 청력 손상에 대한 예후 진단 방법을 제공함에 따라 돌발성 난청의 회복 여부에 대한 개인화된 회복 예측을 제공할 수 있다.
- [0023] 일 실시예에 따르면 환자가 처음 내원하여 치료 계획을 수립할 때, 여러 치료를 적용하기 위한 치료 시기에 따른 머신러닝 모델을 통한 예후 예측 결과에 기초하여 최적의 치료 시기를 결정할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따르면 모든 환자들에게 동일한 주파수 영역에 기초하여 난청 검사를 수행하던 종래의 검사 방법의 한계를 극복한 환자별 최적화된 청력 손상에 대한 예후 진단 방법을 제공할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 따르면 예측 모델이 청력 검사에 결과에 의존적인 종래의 검사 방법의 한계를 극복한 예후 진단 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 일 실시예에 따른 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 시스템의 개요를 도시하는 개요도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 예후 예측 모델을 학습시키는 학습 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 4는 다른 실시예에 따른 예후 예측 모델을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5 내지 도 7은 일 실시예에 따른 레이블 데이터를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 예후 진단 장치의 구성을 도시하는 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 학습 장치의 구성을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0028] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0029] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0030] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로

해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0032] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로와 같은 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 상기 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일실시예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.

[0033] 본 문서에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만, '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함할 수 있다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다. 또한, '~부'는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다.

[0034] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0035] 도 1은 일 실시예에 따른 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 시스템의 개요를 도시하는 개요도이다.

[0036] 본 명세서에서 설명하는 예후 진단 시스템은 돌발성 난청 진단의 근거가 되는 환자별 청력 손상 주파수 영역을 기준으로 머신러닝 기반 돌발성 난청의 환자 맞춤형 예후 진단 방법을 제공할 수 있다. 예후 진단 시스템은 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델인 예후 예측 모델을 이용하여 환자의 사용자 데이터 및 의료 데이터로부터 돌발성 난청에 대한 회복 여부 또는 미회복 여부를 나타내는 예후 진단 데이터를 결정할 수 있다.

[0037] 도 1을 참조하면, 예후 진단 시스템은 예후 진단 장치(120)를 포함할 수 있다. 예후 진단 장치(120)는 돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터(110)를 수집할 수 있다. 예후 진단 장치(120)는 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 예후 진단 장치(120)는 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정할 수 있다. 예후 진단 장치(120)는 청력 역치 평균 값 및 범주화한 변수 값을 포함하는 입력 데이터를 예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득할 수 있다. 예후 진단 장치(120)는 예후 예측 모델에 포함된 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터(130)를 결정할 수 있다.

[0038] 도 2는 일 실시예에 따른 돌발성 난청 환자의 예후 예측을 위한 예후 진단 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0039] 도 2를 참조하면 단계(210)에서 예후 진단 장치는, 돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 수집할 수 있다. 사용자 데이터는 예를 들어 나이, 키, 몸무게 및 성별 중 적어도 하나에 대한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 사용자 데이터는 나이, 키, 몸무게 및 성별 중 적어도 하나를 포함하는 인구 통계 정보를 포함할 수도 있다. 의료 데이터는 건강 기록, 혈액 검사 결과, 돌발성 난청에 대한 발병 기록, 돌발성 난청에 대한 치료 기록 및 순음청력검사(Pure tone audiometry; PTA) 기록 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 건강 기록은 체질량 지수, 흡연 정도(팩/년), 수축기 혈압, 이완기 혈압, 흡연 여부, 흡연 중단 여부, 특정한 질병 유무와 관련된 8개의 변수를 포함할 수 있다. 여기서 특정한 질병은 고혈압, 당뇨병, 뇌졸중, 어지러움증, 이명, 고지혈증, 만성 신장 질환, 심근경색 또는 협심증을 포함할 수 있다. 혈액 검사 결과는 총 콜레스테롤, 저밀도 지질 단백질, 트리아실글리세롤, 헤모글로빈, 혈액 요소 질소, 크레아틴, 백혈구 수, 호중구 수, 림프구 수, 호중

구-림프구 비율, 혈소판 수, 프로트롬빈 시간, 활성 부분 트롬보플라스틴 시간 중 적어도 하나에 대한 정보를 포함할 수 있다. 돌발성 난청에 대한 발병 기록, 돌발성 난청에 대한 치료 기록은 돌발성 난청 발병 후 최초 치료까지의 기간, 돌발성 난청 발병 후 최초 고막 내 텍사메타손 주사 (Intratympanic Dexamethasone Injection; ITDI) 치료까지의 기간, 입원 여부, 환측 귀(왼쪽 귀 또는 오른쪽 귀), 돌발성 난청 발병 후 최초 ITDI 치료까지의 기간 범주화 변수, 돌발성 난청 발병 월, 청력 손상 주파수 영역의 길이 및 치료 방법에 대한 유무 변수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 치료 방법에 대한 유무 변수는 전신 스테로이드(systemic steroid) 치료 유무, ITDI 치료 유무 및 전신 스테로이드와 고막 내 텍사메타손 주사 치료 유무를 포함할 수 있다. PTA 기록은 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값과 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값, 처음 내원 시 측정된 PTA 기록의 청력도 유형에 대한 이진 변수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 처음 내원 시 측정된 PTA 기록의 청력도 유형에 대한 이진 변수는 상승형(Ascending type) 유무, U자형(U-shaped type) 유무, 하강형(Descending type) 유무, 평형(Flat type) 유무 및 청각 상실형(Deaf type) 유무를 포함할 수 있다. 의료 데이터 중 청력과 관련된 데이터를 청력 데이터라고 지칭할 수 있다. 청력 데이터는 PTA 기록을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 설명된 사용자 데이터 및 의료 데이터에 포함된 항목은 예시적인 것이며 본 명세서의 기재에 한정되는 것은 아니다. 사용자 데이터 및 의료 데이터는 테이블러(Tabular), 이미지 파일 및 오디오 파일 중 적어도 하나의 형태를 포함할 수 있다.

[0040] 본 명세서에 기재된 돌발성 난청 환자는 병원에서 돌발성 난청을 진단받고 돌발성 난청에 대한 치료를 받은 환자에 대응할 수 있고, 본 명세서에서 환자라고도 지칭될 수 있다.

[0041] 단계(220)에서 예후 진단 장치는 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 예후 진단 장치는 돌발성 난청 환자의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다.

[0042] 예를 들어, 예후 진단 장치는 돌발성 난청 환자의 최초 내원 시에 측정된 환측 귀의 순음청력검사(PTA) 기록(0.125kHz, 0.25kHz, 0.5kHz, 1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz, 8kHz 청력 주파수의 청력 역치)에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 돌발성 난청은 순음청력검사상에서 3개 이상의 연속된 주파수에서 30dB 이상의 청력 손실이 3일(72시간) 내에 발생한 감각신경성 난청이므로, 예후 진단 장치는 주파수 영역들 중 30dB 이상의 청력 역치가 발생한 세 개 이상 연속된 주파수 영역을 청력 손상 주파수 영역이라고 탐지할 수 있다. 예를 들어, 돌발성 난청 환자의 청력 역치가 1kHz, 2kHz, 3kHz 영역에서 30dB 이상인 경우, 예후 진단 장치는 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역 1kHz, 2kHz, 3kHz 영역으로 결정할 수 있다. 청력 손상 주파수 영역은 돌발성 난청 환자의 회복 평가 기준이 되는 기준 주파수 영역이 될 수 있다.

[0043] 예후 진단 장치는 데이터 전처리의 일부로서 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 데이터 전처리는 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지, 결측치 처리 및 변수 스케일링을 포함할 수 있다. 데이터 전처리에 대한 설명은 도 4에서 보다 자세히 설명될 수 있다.

[0044] 단계(230)에서 예후 진단 장치는 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정할 수 있다. 범주화한 변수 값은 예를 들어 40dB 미만은 청력 수준 1 (경도의 돌발성 난청), 40dB에서 60dB 사이는 청력 수준 2 (중도의 돌발성 난청), 60dB에서 80dB 사이는 청력 수준 3 (고도의 돌발성 난청), 80dB에서 100dB 사이는 청력 수준 4 (심도의 돌발성 난청), 100dB 이상은 청력 수준 5 (심각한 청력 손실) 중 어느 하나에 대응할 수 있다. 청력 역치의 평균 값들 각각을 범주화한 변수 값은 청력 역치 평균 값이 대응하는 범주 각각에 할당된 변수 값일 수 있다. 다시 말해 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값은 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각이 대응하는 범주 각각에 할당된 변수 값일 수 있다. 예후 진단 장치는 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값에 대응하는 범위 외의 청력 주파수별 청력 역치 변수와 고주파, 중주파, 저주파 영역의 평균 청력 역치 변수 등을 의료 데이터로부터 제외할 수 있다.

[0045] 단계(240)에서 예후 진단 장치는 사용자 데이터, 의료 데이터, 청력 역치 평균 값 및 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값 중 적어도 하나를 포함하는 입력 데이터를

예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득할 수 있다. 입력 데이터는 데이터 전처리가 수행된 사용자 데이터, 데이터 전처리가 수행된 의료 데이터, 청력 역치 평균 값 및 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보는 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률을 포함할 수 있다. 각각의 회복 확률은 0 내지 1의 값일 수 있다.

[0046] 예후 예측 모델은 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델일 수 있다. 예후 예측 모델에 대한 설명은 도 4에 대한 설명에서 보다 상세히 설명될 수 있다.

[0047] 단계(250)에서 예후 진단 장치는 예후 예측 모델에 포함된 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정할 수 있다. 예후 진단 장치는 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 포함된 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률의 평균에 기초하여 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 또는 미회복을 나타내는 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정할 수 있다. 예후 진단 장치는 예를 들어 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률의 평균이 0.5 미만이면 환자의 돌발성 난청이 미회복인 것으로 결정한 것에 의해 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 0으로 결정할 수 있고, 0.5 이상이면 환자의 돌발성 난청이 회복인 것으로 결정한 것에 의해 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 1로 결정할 수 있다.

[0048] 도 3은 일 실시예에 따른 예후 예측 모델을 학습시키는 학습 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0049] 도 3을 참조하면 학습 장치는 단계(310)에서 돌발성 난청 환자들 각각에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집할 수 있다. 사용자 데이터 및 의료 데이터는 돌발성 난청 환자들 각각들에 대응하는 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함할 수 있다. 학습 데이터는 특정한 기간에 내원한 돌발성 난청 환자들 각각의 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함할 수 있다. 사용자 데이터 및 의료 데이터는 환자의 나이, 몸무게, 키, 흡연 및 혈압 정보, 현재 앓고 있는 질병과 혈액 검사 결과 정보, 치료 기법 종류 및 치료 시기 등의 정보와 처음 내원 시와 치료 한 달 후 환자의 청력순음검사를 통해 돌발성 난청이 발생한 환측 귀와 돌발성 난청이 발생하지 않은 비환측 귀의 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 8kHz 주파수의 청력 역치에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 돌발성 난청 환자들은 미리 정해진 기간에 스테로이드제를 경구약 또는 정맥 주사, 고막 주사, 경구약 또는 정맥 주사 및 고막주사 모두의 방식으로 투약받은 환자들일 수 있다. 여기서 돌발성 난청 환자들 중 환측 귀 수술 경험이 있는 환자와 MRI 검사에 의해 만성 중이염 또는 내이 이상이 발견된 환자는 제외될 수 있다. 또한, 돌발성 난청 환자들 중 환측 귀와 비환측 귀 모두 최초 내원 시와 치료 한 달 후에 측정된 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 8kHz 주파수 영역의 청력 측정 기록 정보에서 결측이 있는 환자, 청력 손상 주파수 영역이 없는 환자(최초 내원 시 환측 귀의 청력 주파수 영역 중 최소 세 개 연속 청력 주파수에서 각 청력 주파수의 청력 역치가 30dB 이상이 아닌 환자), 돌발성 난청이 양측에서 발생한 환자 및 데이터 중복이 발생한 환자는 제외될 수 있다. 사용자 데이터 및 의료 데이터의 항목은 도 2에 대한 설명 중 사용자 데이터 및 의료 데이터에 대한 설명과 동일할 수 있다. 돌발성 난청 환자들의 의료 데이터에서 결측치가 전체 돌발성 난청 환자들 중 절반이 넘는 변수들은 학습 데이터의 변수에서 제외될 수 있고, 청력 손상 주파수 영역의 청력 역치 평균 값에 대응하는 변수만 포함될 수 있다. 학습 데이터에 포함된 변수들 중 순서형이 아닌 범주형 변수는 이진 변수들로 인코딩(Encoding)이 수행될 수 있다. 예를 들어 범주형 변수는 상승형이 1, U자형이 2, 하강형이 3, 평형이 4, 청각 상실형이 5 값을 의미하는 PTA 청력도 유형 변수를 상승형 유무, U자형 유무, 하강형 유무, 평형 유무, 청각 상실형 유무의 5개 이진 변수로 변환될 수 있다. 청력 검사 기록 변수의 최소화를 위해, 주파수별 청력 역치값, 저주파, 중주파, 고주파 영역의 평균 청력 역치값 등 세부 청력 기록은 데이터 구성 변수에서 제외되고, 청력 검사 기록 변수는 환측 귀와 비환측 귀의 청력 측정 기록에서 회복 평가 기준 주파수 영역의 청력 역치 평균 값과 그 범주형 변수만 학습 데이터에 포함될 수 있다. 청력에 대한 범주형 변수는 40dB 미만은 청력 수준 1 (경도), 40dB에서 60dB 사이는 청력 수준 2 (중도), 60dB에서 80dB 사이는 청력 수준 3 (고도), 80dB에서 100dB 사이는 청력 수준 4 (심도), 100dB 이상은 청력 수준 5 (심각한 청력 손실)로 정의될 수 있다.

[0050] 단계(320)에서 학습 장치는 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 학습 장치는 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 돌발성 난청 환자의 최초 내원 시에

측정된 환측 귀의 PTA 기록에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 돌발성 난청은 순음청력검사에서 3개 이상의 연속된 주파수에서 30dB 이상의 청력 손실이 3일(72시간) 내에 발생한 감각신경성 난청이므로, 학습 장치는 주파수 영역들 중 30dB 이상의 청력 역치가 발생한 세 개 이상 연속된 주파수 영역을 청력 손상 주파수 영역이라고 탐지할 수 있다. 예를 들어, 돌발성 난청 환자의 청력 역치가 1kHz, 2kHz, 3kHz 영역에서 30dB 이상인 경우, 학습 장치는 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역 1kHz, 2kHz, 3kHz 영역으로 결정할 수 있다.

[0051] 학습 장치는 데이터 전처리의 일부로서 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 데이터 전처리는 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지, MICE를 통한 결측치 처리 및 최대-최소 변수 스케일링을 포함할 수 있다. 학습 장치는 학습 데이터에 학습된 MICE(Multiple Imputation by Chained Equations) 모델을 테스트 데이터에 적용하여 결측치를 계산하여 채우고 학습 데이터의 변수별 최댓값과 최솟값을 활용하여 테스트 데이터의 대응하는 변수에 최대-최소 스케일링을 적용하는 것에 의해 값의 범위가 0과 1 사이가 되도록 할 수 있다.

[0052] 단계(330)에서 학습 장치는 탐지된 청력 손상 주파수 영역 및 돌발성 난청 환자들 각각의 회복 여부에 기초하여 레이블 데이터를 생성할 수 있다.

[0053] 학습 장치는 돌발성 난청 환자가 처음 내원하였을 때 측정된 청력 데이터인 치료 전 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 학습 장치는 치료 전 청력 데이터에 기초하여 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균인 청력 역치 평균 값을 결정할 수 있다. 초기 청력 데이터에 기초하여 결정된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균인 청력 역치 평균 값을 치료 전 청력 역치 평균 값이라고 지칭할 수 있다. 또한, 학습 장치는 돌발성 난청 환자가 돌발성 난청에 대한 치료를 받고나서 한 달 후에 측정된 청력 데이터인 치료 후 청력 데이터에 기초하여 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균인 청력 역치 평균 값을 결정할 수 있다. 치료 후 청력 데이터에 기초하여 결정된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균인 청력 역치 평균 값을 치료 후 청력 역치 평균 값이라고 지칭할 수 있다. 여기서 돌발성 난청 환자가 돌발성 난청에 대한 치료를 받고나서 한 달 후라는 것은 예시적인 것으로 본 명세서의 기재에 한정되는 것은 아니다.

[0054] 학습 장치는 치료 전 청력 역치 평균 값 및 치료 후 청력 역치 평균 값을 도 7의 Siegel 기준에 적용하는 것에 의해 돌발성 난청 환자의 회복 여부를 결정할 수 있고, 돌발성 난청 환자의 회복 여부를 학습 데이터에 레이블링을 하는 것에 의해 학습 데이터에 대한 레이블 데이터를 생성할 수 있다.

[0055] 다시 도 3을 참조하면, 단계(340)에서 학습 장치는 학습 데이터 및 레이블 데이터에 기초하여 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시킬 수 있다. 여기서 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들은 예를 들어 로지스틱 회귀(Logistic regression), 의사결정 트리(Decision tree), 서포트 벡터 머신(Support vector machine), 랜덤 포레스트(Random forest), 적응형 부스팅(Adaptive boosting), 라이트 그라디언트 부스팅 머신(Light gradient boosting machine), 익스트림 그라디언트 부스팅(Extreme gradient boosting) 및 K-최근접 이웃(K-nearest neighbors) 모델을 포함할 수 있지만 본 명세서의 기재에 한정되는 것은 아니다.

[0056] 학습 장치는 학습 데이터를 예후 예측 모델에 입력하는 것에 의해 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득할 수 있다. 학습 장치는 레이블 데이터 및 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시킬 수 있다. 학습 데이터는 데이터 전처리가 수행되고 테이블 형태로 예후 예측 모델에 입력될 수 있다. 학습 장치는 학습 데이터와 레이블 데이터에 기초하여 예후 예측 모델에 대해, 즉 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들에 대해 지도형 기계 학습을 수행할 수 있다. 예후 예측 모델은 학습 데이터에 기초하여 학습 데이터에 대응하는 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 출력할 수 있다. 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보는, 예후 예측 모델에 포함된 머신러닝 모델들 각각에 의해 출력된 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률을 포함할 수 있다. 학습 장치는 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률이 레이블 데이터에 대응되지 않거나 일치하지 않는 경우 학습 장치는 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들의 파라미터를 조정하는 것에 의해 예후 예측 모델을 학습시킬 수 있다. 예외적으로, 예후 예측 모델에 포함된 다수의 머신러닝 모델들이 레이블 데이터 및 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 학습되는 모델에 한정된 것은 아니며, KNN(K-Nearest Neighbors) 모델과 같이 실제 학습 과정은 없고, 저장된 학습 데이터를 기반으로 예측이 이루어지는 모델도 포함할 수 있다.

- [0057] 일 예에서 학습 데이터에 대응하는 돌발성 난청 환자들 중 돌발성 난청을 회복한 환자와 돌발성 난청을 회복하지 못한 환자의 비율이 유지되도록 데이터 전처리가 수행된 학습 데이터 중 80%는 예후 예측 모델의 학습을 위해 이용될 수 있고, 학습 데이터 중 20%는 예후 예측 모델의 테스트를 위해 이용될 수 있다. 학습 장치는 Scikit-learn, LightGBM과 같은 파이선 API에서 "class_weight"라는 파라미터를 지원하는 모델에서 해당 파라미터를 "balanced"으로 설정하는 것에 의해, 소수 환자군에 대한 예측 가중치를 다수 환자군보다 더 높게 부여함으로써 데이터 불균형으로 인한 성능 저하 문제를 개선할 수 있다. "class_weight" 파라미터에 "balanced" 값을 설정한 모델은 로지스틱 회귀, 서포트 벡터 머신, 의사결정 트리, 랜덤 포레스트, 라이트 그래디언트 부스팅 모델을 포함할 수 있다. 학습 장치는 모델 파라미터 최적화 기법인 그리드 검색(Grid search)을 적용하여 계층화된 K-겹 교차 검증(Stratified K-Fold Cross-Validation)으로 모델의 최적 파라미터들을 찾고, 전체 학습 데이터에 해당 파라미터가 도입된 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0058] 예후 예측 모델은 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 소프트 보팅 앙상블(Soft voting ensemble) 모델일 수 있다. 학습 장치는 학습된 복수의 머신러닝 모델들을 구성으로 하여 소프트 보팅 앙상블 모델을 구축할 수 있다. 예를 들어 복수의 머신러닝 모델들은 8개일 수 있지만 본 명세서의 기재에 한정되는 것은 아니다.
- [0059] 일 실시예에서, 예후 예측 모델은 기계학습 과정에 따라 학습될 수 있다. 기계학습 과정은 주어진 데이터를 이용해 예후 예측 모델이 스스로 입력 데이터의 패턴을 인식하고 예측을 할 수 있도록 만드는 과정이다. 이러한 기계학습 과정은 (1) 데이터 준비 2) 예후 예측 모델을 구성하는 각각의 머신러닝 모델 파라미터 최적화 3) 예후 예측 모델을 구성하는 각각의 머신러닝 모델 학습 과정을 포함할 수 있다.
- [0060] 데이터 준비 과정은 예후 예측 모델을 구성하는 복수의 머신러닝 모델들이 학습할 학습 데이터를 수집하고 전처리하는 과정이다. 전처리 과정에서는 학습 데이터를 정제하고, 필요한 경우 표준화, 정규화, 특성 선택 등의 작업을 수행하여 학습 데이터를 예후 예측 모델을 구성하는 복수의 머신러닝 모델들에 적합한 형태로 만드는 과정을 포함한다.
- [0061] 예후 예측 모델을 구성하는 각각의 머신러닝 모델 파라미터 최적화 과정은 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들의 예측 성능이 최적화되도록 모델의 파라미터를 조정하는 과정이다. 예를 들어, 파이선의 Scikit-learn API에 있는 로지스틱 회귀 모델의 "C" 파라미터의 값을 0.01, 0.1, 1, 10, 100로 설정하고, 설정한 모든 "C" 값을 차례대로 적용하는 Grid search 알고리즘을 활용하여 AUROC(Area Under the Receiver Operative Characteristic) 예측성능 평가 지표가 가장 높게 나오는 C 값이 선택될 수 있다. 머신러닝 모델의 파라미터 최적화 과정은 단수의 파라미터가 아닌 복수의 파라미터로도 수행될 수 있다.
- [0062] 예후 예측 모델을 구성하는 각각의 머신러닝 모델 파라미터 최적화 과정에서 이루어지는 성능 평가는 K-겹 교차 검증으로 전체 학습 데이터를 여러 조합의 학습 데이터와 검증 데이터로 분할을 시행하고, 각각의 분할에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 학습 데이터가 특정한 파라미터 값으로 설정된 모델의 학습이 진행되고 검증 데이터를 통해 학습된 모델의 성능을 평가하는 과정을 여러 조합의 학습 데이터 세트와 검증 데이터 세트로 진행하여 성능의 평균을 계산하는 과정을 포함할 수 있다. 그 다음 성능 지표가 가장 높게 측정된 모델의 파라미터가 선택될 수 있다.
- [0063] 예후 예측 모델을 구성하는 각각의 머신러닝 모델의 학습 과정은 분할된 학습 데이터 세트와 검증 데이터 세트가 합쳐진 전체 학습 데이터를 활용하여 파라미터가 최적화된 머신러닝 모델을 학습하는 과정일 수 있다. 환자의 수가 더 많은 전체 학습 데이터에 기초하여 모델의 학습이 이루어짐으로써, 더 일반화 된 예측이 수행되도록 할 수 있다.
- [0064] 예후 예측 모델을 구성하는 머신러닝 모델은 모델의 예측 확률 또는 분류 결과와 레이블 데이터를 비교하여 손실 함수를 계산하고, 이 손실함수를 최소화하도록 학습된다. 예를 들어, 로지스틱 회귀 모델은 모델의 예측 확률과 레이블 데이터를 비교하여 크로스 엔트로피 손실 함수(Cross-Entropy Loss)를 최소화하는 방향으로 모델의 가중치(weight)와 절편(bias)을 업데이트한다. 하지만 예외적으로, 손실 함수를 최소화하는 방향으로 학습을 하는 것이 아닌, 저장된 데이터와 새로운 입력 데이터를 비교하여 가장 가까운 K개의 이웃을 찾아 다수결로 예측을 수행하는 KNN 모델도 포함할 수 있다.
- [0065] 예후 예측 모델과 예후 예측 모델을 구성하는 복수의 머신러닝 모델들 각각에 대한 예측 성능 평가는 아래와 같이 세 가지 주요 단계들을 포함할 수 있다: 1) 학습 데이터 및 테스트 데이터 세트 분리 2) K-겹 내부 교차검증 및 테스트 데이터 셋을 통한 검증 3) 성능 우수 모델 선택 단계. 먼저 학습 데이터 및 테스트 데이터 세트의 분리 단계에서, 학습 데이터가 80%의 훈련 데이터 세트와 20%의 테스트 데이터 세트로 분할될 수 있다. 그런

다음 K-겹 내부 교차검증 및 테스트 데이터 셋을 통한 검증 단계에서, 머신러닝 모델들 각각에 대한 예측 성능의 평가는 학습 데이터를 이용하여 K-겹 교차 검증으로 시행하는 내부 검증 예측성능 평가와 테스트 데이터로 시행하는 예측성능 평가를 통해 수행될 수 있다. 성능 우수 모델 선택 단계에서, 머신러닝 모델들 중 AUROC 지표가 가장 높은 모델이 가장 우수한 머신러닝 모델로 선택될 수 있다. 머신러닝 모델의 AUROC 측정 결과, 소프트 보팅 앙상블 모델이 내부 검증 예측성능 평가에서 0.775(95% CI 0.659-0.887)이고, 테스트 데이터로 시행하는 예측성능 평가에서 0.864(95% CI 0.801-0.927)로 두 경우 모두 구축한 모델 중 가장 성능이 우수한 것으로 나타났다.

- [0066] 도 4는 다른 실시예에 따른 예후 예측 모델을 설명하기 위한 도면이다.
- [0067] 도 4를 참조하면 예후 진단 장치 및 학습 장치 중 적어도 하나는 전처리부(420), 모델부(430) 및 출력부(440)를 포함할 수 있다.
- [0068] 전처리부(420)는 사용자 데이터 및 의료 데이터(410)에 대해서 데이터 전처리를 수행하는 것에 의해 데이터 전처리가 수행된 사용자 데이터 및 데이터 전처리가 수행된 의료 데이터를 포함하는 입력 데이터를 생성할 수 있다. 전처리부(420)는 환자별 청력 손상 주파수 영역 탐지부(421), 결측치 처리부(422) 및 변수 스케일링부(423)를 포함할 수 있다. 환자별 청력 손상 주파수 영역 탐지부(421)는 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다. 환자별 청력 손상 주파수 영역 탐지부(421)는 학습 과정에서 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자들의 환자별 청력 데이터에 기초하여 환자별 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지할 수 있다.
- [0069] 결측치 처리부(422)는 MICE를 이용하여 의료 데이터 및 사용자 데이터 중 적어도 하나에 포함된 결측치를 계산하고 대체하여 채울 수 있다. MICE는 예후 예측 모델을 학습시키기 위한 학습 데이터에 기초하여 학습될 수 있다.
- [0070] 변수 스케일링부(423) 사용자 데이터 및 의료 데이터 중 적어도 하나에 포함된 각각의 변수의 최댓값과 최솟값에 기초하여 대응하는 변수를 0 내지 1의 범위로 스케일링할 수 있다. 전처리부(420) 사용자 데이터 및 의료 데이터 중 적어도 하나에 대하여 청력 손상 주파수 영역을 탐지하고, 결측치를 채우고 변수를 스케일링하는 것에 의해 데이터 전처리를 수행할 수 있고 입력 데이터를 생성할 수 있다. 입력 데이터는 또한 청력 역치 평균 값 및 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 포함할 수 있다.
- [0071] 학습 장치도 위와 같은 과정을 통해 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함하는 학습 데이터에 대해 데이터 전처리를 수행할 수 있다.
- [0072] 모델부(430)는 본 명세서에서 설명하는 예후 예측 모델에 대응할 수 있다. 모델부(430)는 복수의 머신러닝 모델들을 포함하는 앙상블 모델일 수 있다. 모델부(430)는 예를 들어 로지스틱 회귀, 의사결정 트리, 랜덤 포레스트, 적응형 부스팅, 엑스트림 그래디언트 부스팅, 서포트 벡터 머신, 라이트 그래디언트 부스팅 모델 및 K-최근접 이웃 모델을 포함할 수 있지만 본 명세서의 기재에 한정되는 것은 아니다.
- [0073] 복수의 머신러닝 모델들은 각각 입력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 출력할 수 있다. 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보는 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률을 포함할 수 있다. 모델부(430)는 머신러닝 모델들 각각으로부터 출력된 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률들의 평균을 계산할 수 있다. 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률들의 평균이 0.5 미만인 경우 환자의 돌발성 난청이 미회복인 것으로 결정된 것에 의해 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터(450)가 0으로 결정될 수 있고, 0.5 이상인 경우 환자의 돌발성 난청이 회복인 것으로 결정된 것에 의해 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터(450)가 1로 결정될 수 있지만 본 명세서의 기재에 한정되는 것은 아니다. 출력부(440)는 결정된 예후 진단 데이터(450)를 출력할 수 있다.
- [0074] 도 5 내지 도 7은 일 실시예에 따른 레이블 데이터를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면들이다.
- [0075] 학습 장치는 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에서 30dB 이상의 청력 역치가 발생한 세 개 이상 연속된 주파수 영역을 청력 손상 주파수 영역이라고 탐지할 수 있다.
- [0076] 도 5를 참조하면 0.125kHz, 0.25kHz, 0.5kHz, 1kHz, 4kHz, 8kHz에서 청력 역치가 30dB인 것으로 측정되었다는 것을 알 수 있다. 도 5의 실시예에서 학습 장치는 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역(520)을 0.125kHz, 0.25kHz, 0.5kHz, 1kHz, 4kHz, 8kHz으로 탐지할 수 있다. 청력 손상 주파수 영역(520) 중 3개 이상

의 연속된 주파수 영역을 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복을 평가하기 위한 회복 평가 기준 주파수 영역(530)이라고 할 수 있다.

[0077] 도 6을 참조하면 학습 장치는 단계(610)에서 학습 데이터에 기초하여 청력 손상 주파수 영역(615)을 0.125kHz, 0.25kHz, 0.5kHz, 1kHz로 탐지할 수 있다.

[0078] 학습 장치는 단계(620)에서 돌발성 난청 환자의 내원 후 최초 검사 시에 측정된 청력 데이터에 기초하여 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균인 최초 검사 시 청력 역치 평균 값(625)을 계산할 수 있다. 여기서 최초 검사 시는 치료 전 또는 내원 시에 대응할 수 있다. 돌발성 난청 환자의 내원 후 최초 검사 시에 측정된 청력 데이터는 본 명세서에서 설명하는 치료 전 청력 데이터 또는 내원 시 측정된 청력 데이터에 대응할 수 있다. 최초 검사 시 청력 역치 평균 값(625)은 $(70+60+50+40)\text{dB}/4$ 에 기초하여 55dB일 수 있다.

[0079] 학습 장치는 단계(630)에서 돌발성 난청 환자의 치료 한 달 후에 측정된 청력 데이터에 기초하여 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균인 치료 한 달 후 청력 역치 평균 값(635)을 계산할 수 있다. 여기서 치료 한달 후에 측정된 청력 데이터는 본 명세서에서 설명하는 치료 후 청력 데이터에 대응할 수 있다. 치료 한 달 후 청력 역치 평균 값(635)은 30dB일 수 있다. 개선된 청력 역치 평균 값(637)은 청력 손상 주파수 영역(615)의 청력 역치 평균 값의 변화를 나타낼 수 있고, 최초 검사 시 청력 역치 평균 값(625)과 치료 한 달 후 청력 역치 평균 값(635) 간의 차이 일 수 있다. 개선된 청력 역치 평균 값(637)은 $(55-30)\text{dB}$ 인 25dB일 수 있다. 단계(640)에서 학습 장치는 치료 한 달 후 청력 역치 평균 값(635)과 개선된 청력 역치 평균 값(637)을 Siegel 기준에 적용하는 것에 의해 레이블 데이터를 생성할 수 있다. 학습 장치는 치료 한달 후 청력 역치 평균 값이 45dB 이하이고 개선된 청력 역치 평균 값(637)이 15dB보다 큰 것에 기초하여 학습 데이터에 대응하는 돌발성 난청 환자의 회복 단계를 부분적 회복인 것으로 결정할 수 있다. 또한, 단계(650)에서 학습 장치는 학습 데이터에 대하여 돌발성 난청 환자가 돌발성 난청을 회복한 것을 나타내는 1로 레이블링하는 것에 의해 레이블 데이터를 생성할 수 있다.

[0080] 도 7은 Siegel 기준을 설명하기 위한 도면일 수 있다. 최근 청력 역치 평균 값이 25dB 이하인 경우, 회복 단계는 완전한 회복일 수 있고 회복 여부는 회복일 수 있으며 대응하는 학습 데이터는 회복으로 레이블링될 수 있다. 여기서 최근 청력 역치 평균 값은 본 명세서에서 설명하는 치료 후 청력 데이터 및 치료 한달 후에 측정된 청력 데이터에 기초한 것일 수 있고, 치료 한 달 후 청력 역치 평균 값에 대응할 수 있다. 최근 청력 역치 평균 값이 45dB 이하이고 청력 역치 평균 값이 개선된 정도가 15dB 초과인 경우, 회복 단계는 부분적 회복일 수 있고 회복 여부는 회복일 수 있으며 대응하는 학습 데이터는 회복으로 레이블링될 수 있다. 여기서 청력 역치 평균 값이 개선된 정도는 본 명세서에서 설명하는 개선된 청력 역치 평균 값에 대응할 수 있다. 최근 청력 역치 평균 값이 75dB 이하이고 청력 역치 평균 값이 개선된 정도가 15dB 초과인 경우 회복 단계는 미약한 회복일 수 있고 회복 여부는 미회복일 수 있으며 대응하는 학습 데이터는 미회복으로 레이블링될 수 있다. 또한, 최근 청력 역치 평균 값이 75dB 초과이거나 청력 역치 평균 값이 개선된 정도가 15dB 이하인 경우 회복 단계는 불완전한 회복이고 회복 여부는 미회복일 수 있으며 대응하는 학습 데이터는 미회복으로 레이블링될 수 있다.

[0081] 도 8은 일 실시예에 따른 예후 진단 장치의 구성을 도시하는 도면이다.

[0082] 도 8을 참조하면, 예후 진단 장치(800)는 프로세서(810) 및 메모리(820)를 포함할 수 있다. 예후 진단 장치(800)는 본 명세서에서 설명하는 예후 진단 장치에 대응할 수 있다.

[0083] 메모리(820)는 프로세서(810)에 연결되고, 프로세서(810)에 의해 실행가능한 인스트럭션들, 프로세서(810)가 연산할 데이터 또는 프로세서(810)에 의해 처리된 데이터를 저장할 수 있다. 메모리(820)는 비일시적인 컴퓨터 판독가능 매체, 예컨대 고속 랜덤 액세스 메모리 및/또는 비휘발성 컴퓨터 판독가능 저장 매체(예컨대, 하나 이상의 디스크 저장 장치, 플래시 메모리 장치, 또는 기타 비휘발성 솔리드 스테이트 메모리 장치)를 포함할 수 있다.

[0084] 프로세서(810)는 본 명세서에서 설명된 예후 진단 장치의 동작과 관련된 하나 이상의 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(810)는 예후 진단 장치(800)가 돌발성 난청 환자에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 수집하고, 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 예후 진단 장치(800)를 제어할 수 있다.

[0085] 프로세서(810)는 예후 진단 장치(800)가 돌발성 난청 환자의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 돌발성 난청 환자의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 예후 진단 장치(800)를 제어할 수 있다.

- [0086] 프로세서(810)는 예후 진단 장치(800)가 탐지된 청력 손상 주파수 영역에 대한 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값을 포함하는 청력 역치 평균 값과, 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 결정하고, 청력 역치 평균 값, 및 환측귀의 청력 역치의 평균 값 및 비환측귀의 청력 역치의 평균 값 각각을 범주화한 변수 값을 포함하는 입력 데이터를 예후 예측 모델에 입력시키는 것에 의해 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하도록 예후 진단 장치(800)를 제어할 수 있다.
- [0087] 프로세서(810)는 예후 진단 장치(800)가 예후 예측 모델에 포함된 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하도록 예후 진단 장치(800)를 제어할 수 있다. 프로세서(810)는 예후 진단 장치(800)가 머신러닝 모델들 각각으로부터 획득한 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 포함된 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 확률의 평균에 기초하여 돌발성 난청 환자의 돌발성 난청에 대한 회복 또는 미회복을 나타내는 돌발성 난청에 대한 예후 진단 데이터를 결정하도록 예후 진단 장치(800)를 제어할 수 있다.
- [0088] 도 9는 일 실시예에 따른 학습 장치의 구성을 도시하는 도면이다.
- [0089] 도 9를 참조하면, 학습 장치(900)는 프로세서(910) 및 메모리(920)를 포함할 수 있다. 학습 장치(900)는 본 명세서에서 설명하는 학습 장치에 대응할 수 있다.
- [0090] 메모리(920)는 프로세서(910)에 연결되고, 프로세서(910)에 의해 실행가능한 인스트럭션들, 프로세서(910)가 연산할 데이터 또는 프로세서(910)에 의해 처리된 데이터를 저장할 수 있다. 메모리(920)는 비일시적인 컴퓨터 판독가능 매체, 예컨대 고속 랜덤 액세스 메모리 및/또는 비휘발성 컴퓨터 판독가능 저장 매체(예컨대, 하나 이상의 디스크 저장 장치, 플래시 메모리 장치, 또는 기타 비휘발성 솔리드 스테이트 메모리 장치)를 포함할 수 있다.
- [0091] 프로세서(910)는 본 명세서에서 설명된 학습 장치의 동작과 관련된 하나 이상의 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(910)는 학습 장치(900)가 돌발성 난청 환자들 각각에 대한 사용자 데이터 및 의료 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하고, 의료 데이터에 포함된 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터에 기초하여 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 학습 장치(900)를 제어할 수 있다.
- [0092] 프로세서(910)는 학습 장치(900)가 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 데이터 중 청력 역치가 임계값 이상인 것으로 나타나는 연속적인 주파수 영역에 기초하여 돌발성 난청 환자들 각각의 청력 손상 주파수 영역을 탐지하도록 학습 장치(900)를 제어할 수 있다.
- [0093] 프로세서(910)는 학습 장치(900)가 탐지된 청력 손상 주파수 영역 및 돌발성 난청 환자들 각각의 회복 여부에 기초하여 레이블 데이터를 생성하고, 학습 데이터 및 레이블 데이터에 기초하여 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키도록 학습 장치(900)를 제어할 수 있다. 프로세서(910)는 학습 장치(900)가 학습 데이터를 예후 예측 모델에 입력하는 것에 의해 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들 각각으로부터 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보를 획득하고, 레이블 데이터 및 돌발성 난청 환자들 각각의 돌발성 난청의 예후에 대한 예측 정보에 기초하여 예후 예측 모델에 포함된 복수의 머신러닝 모델들을 학습시키도록 학습 장치(900)를 제어할 수 있다.
- [0094] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0095] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의

조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0096] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 저장할 수 있으며 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0097] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0098] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

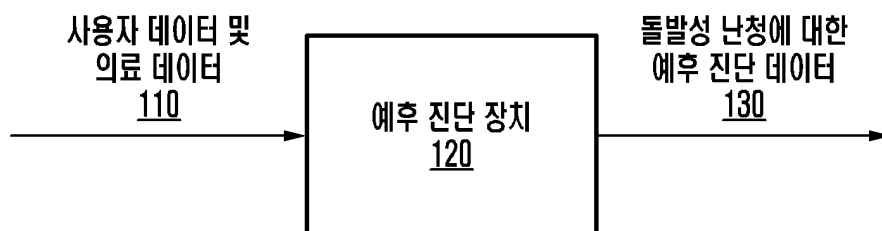
[0099] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

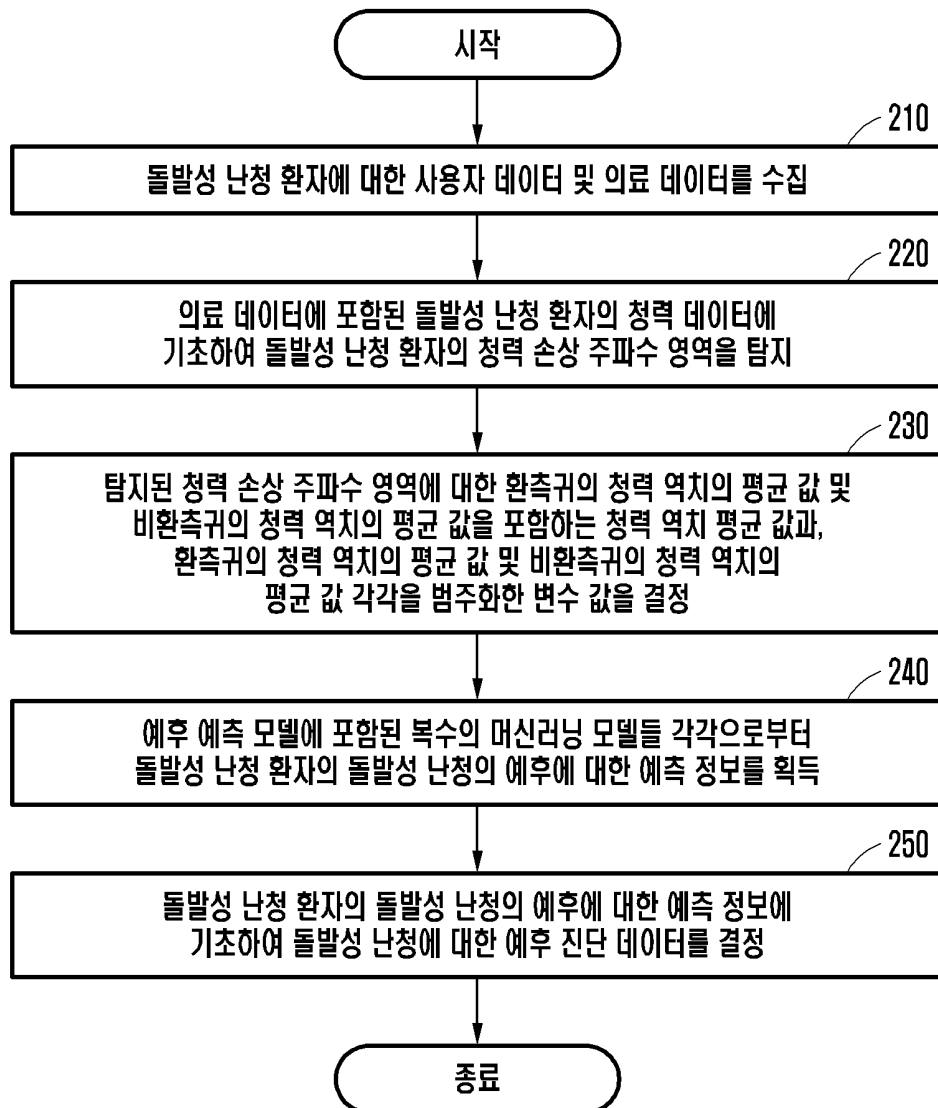
[0100] 120, 800: 예후 진단 장치 420: 전처리부
430: 모델부 440: 출력부
810: 프로세서 820: 메모리
900: 학습 장치 910: 프로세서
920: 메모리

도면

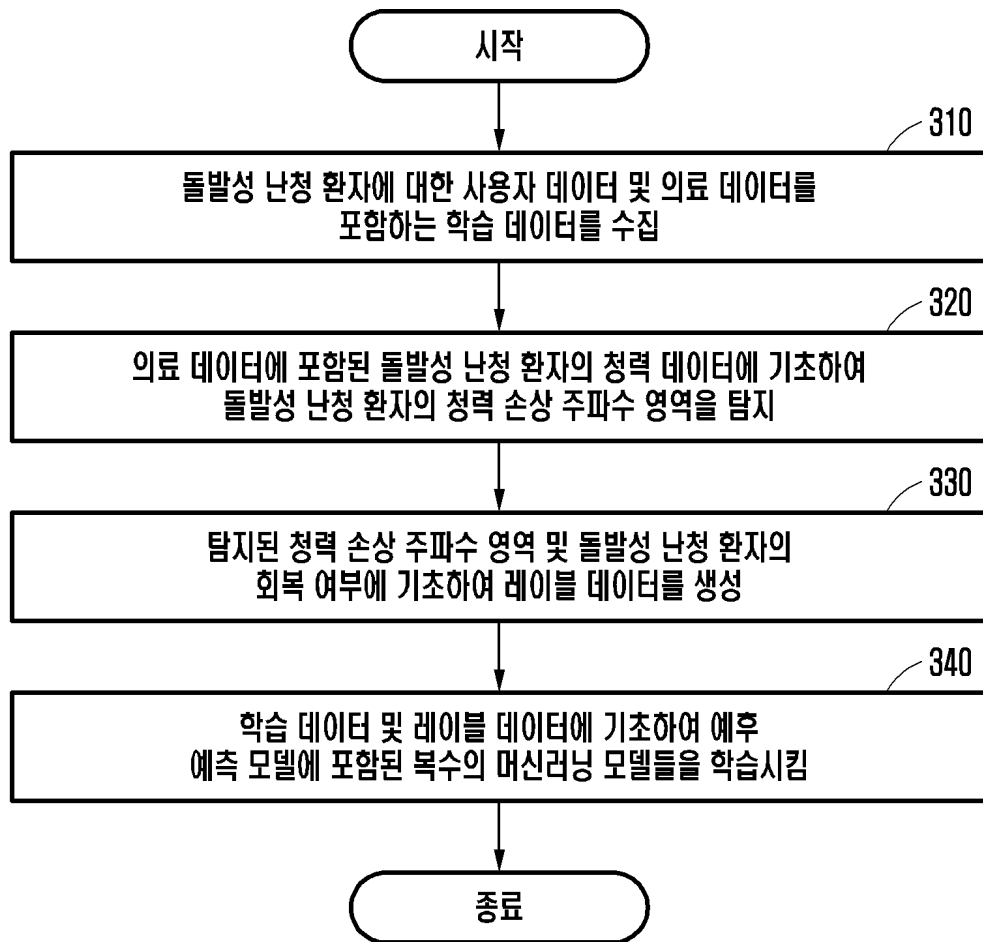
도면1



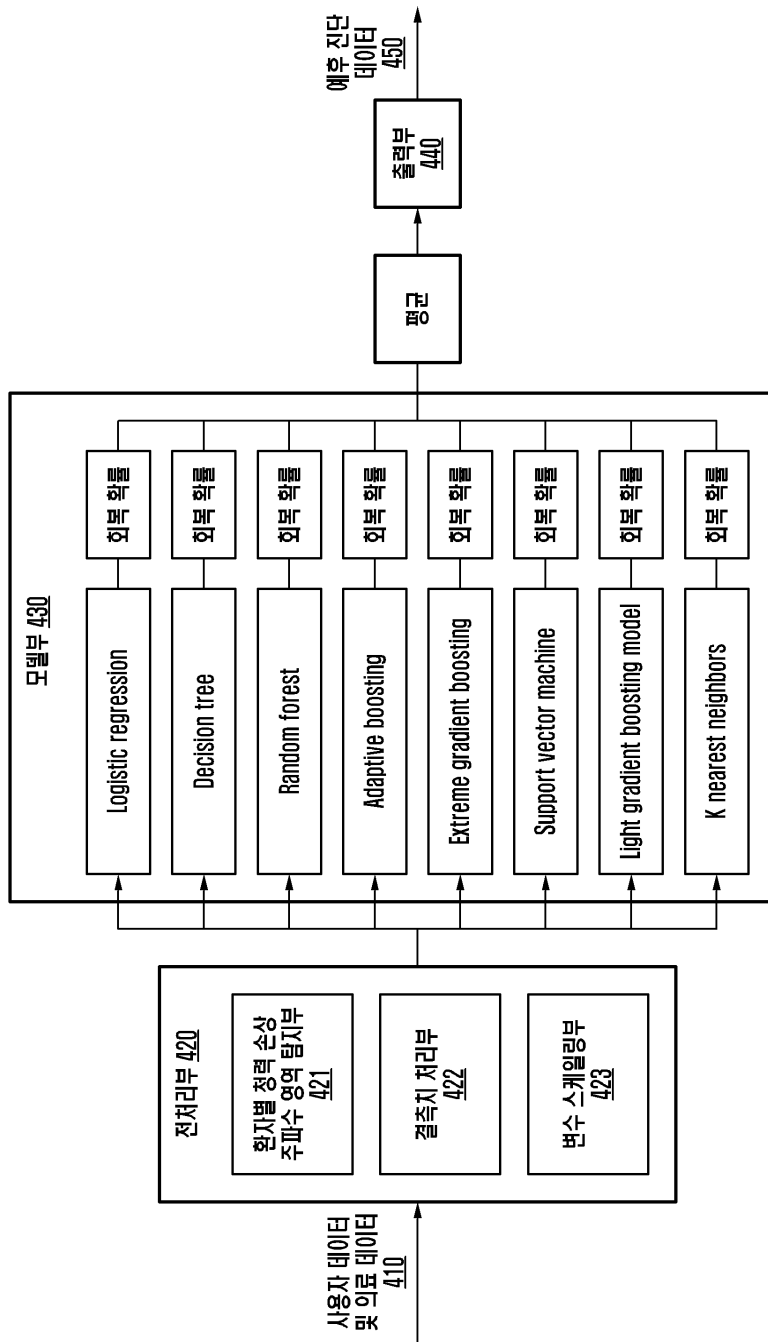
도면2



도면3



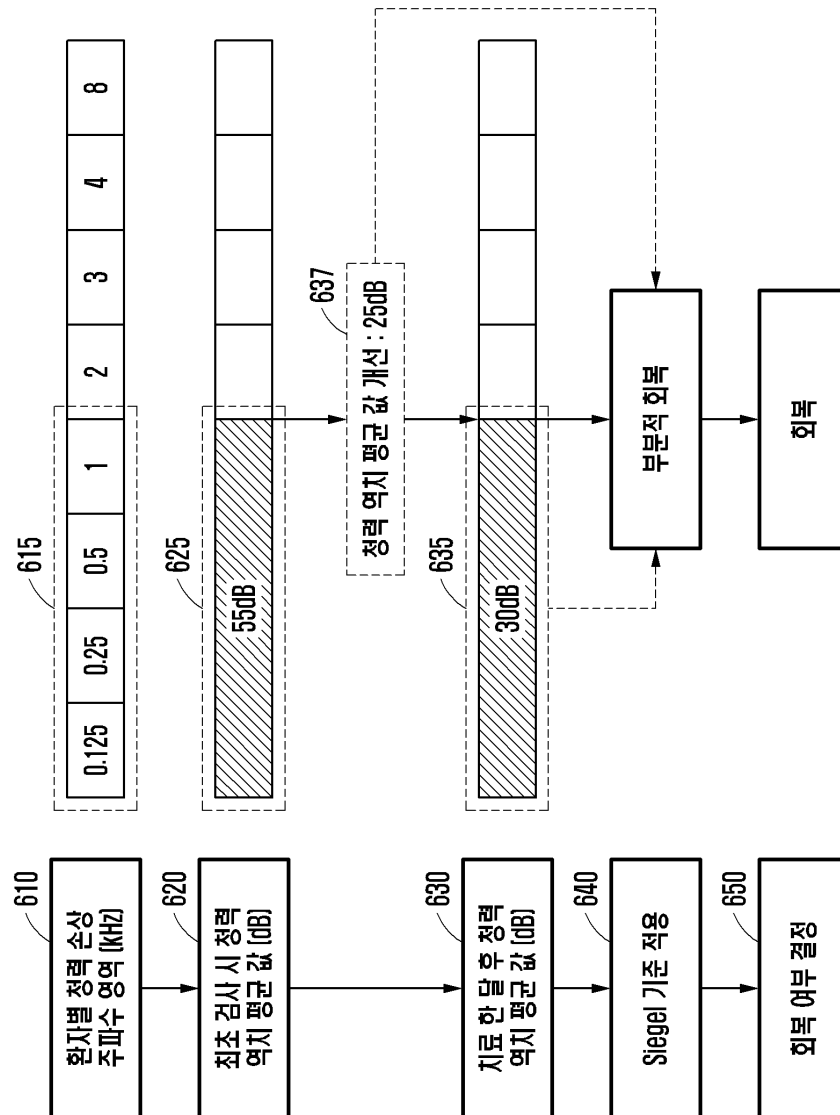
도면4



도면5

청력 손상 주파수 영역 (>30dB)	520							
	주파수 영역 [kHz]	0.125	0.25	0.5	1	2	3	8
	청력 역치 [dB]	70	60	50	40	15	25	35
외부 평가 기준 주파수 영역 (>30dB)	530							
	주파수 영역 [kHz]	0.125	0.25	0.5	1	2	3	8
	청력 역치 [dB]	70	60	50	40	15	25	35

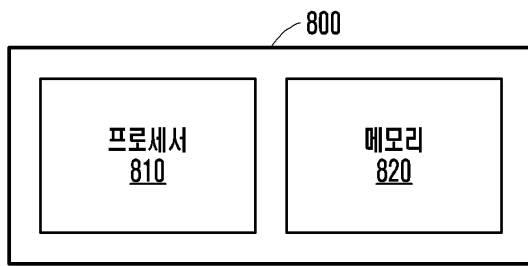
도면6



도면7

Siegel 기준 적용		
조건	회복 여부	회복 단계
최근 청력 역치 평균값 $\leq 25\text{dB}$	회복	완전한 회복
최근 청력 역치 평균값 $\leq 45\text{dB}$ and 청력 역치 평균 개선 $> 15\text{dB}$		부분적 회복
최근 청력 역치 평균값 $\leq 75\text{dB}$ and 청력 역치 평균 개선 $> 15\text{dB}$	미회복	미약한 회복
최근 청력 역치 평균값 $> 75\text{dB}$ or 청력 역치 평균 개선 $\leq 15\text{dB}$		불완전한 회복

도면8



도면9

