

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0090969
(43) 공개일자 2023년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/08 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 7/00 (2006.01) G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/50 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/0823 (2013.01)
A61B 5/0002 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0037498

(22) 출원일자 2022년03월25일

심사청구일자 2022년03월25일

(30) 우선권주장

1020210178586 2021년12월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인

주식회사 웨이센

서울특별시 강남구 삼성로 524, 세화빌딩 5층 (삼성동)

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

전진희

경기도 파주시 유채꽃길 63 (문발동)

(72) 발명자

김경남

경기도 수원시 영통구 봉영로 1613 영통하우스토리아파트 101동 2104호

민충기

서울특별시 관악구 대학18길 9, 102동 404호 (신림동, 금호타운1차아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이준성

전체 청구항 수 : 총 19 항

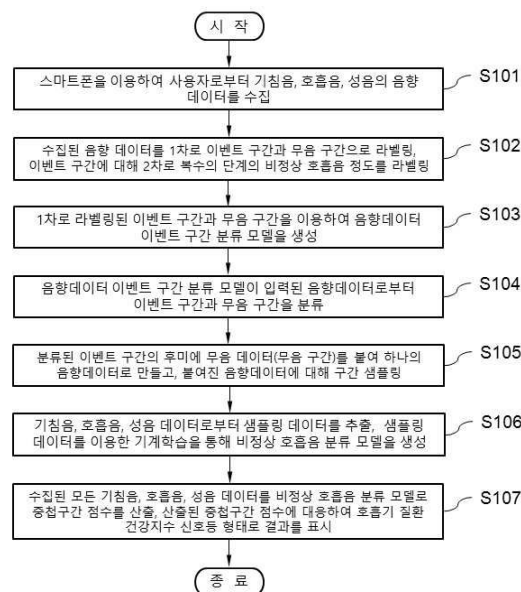
(54) 발명의 명칭 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법

(57) 요약

본 발명은 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법은, 스 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



마르폰을 이용하여 사용자로부터 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 수집하는 단계; 수집된 음향 데이터를 1차로 이벤트 구간과 무음 구간으로 라벨링하고, 1차로 라벨링된 이벤트 구간에 대하여 2차로 복수의 단계의 비정상 호흡음 정도를 라벨링하는 단계; 1차로 라벨링된 이벤트 구간과 무음 구간을 이용하여 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델을 생성하는 단계; 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델이 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류하는 단계; 분류된 이벤트 구간의 후미에 무음 데이터(무음 구간)를 붙여서 하나의 음향데이터로 만들고, 붙여진 음향데이터에 대해 구간 샘플링하는 단계; 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터로부터 추출된 샘플링 데이터를 이용한 기계학습을 통해 비정상 호흡음 분류 모델을 생성하는 단계; 및 수집된 모든 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 비정상 호흡음 분류 모델로 중첩구간 점수를 산출하고, 산출된 중첩구간 점수에 대응하여 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태로 결과를 표시하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/4803 (2013.01)

A61B 5/6898 (2013.01)

A61B 5/7264 (2013.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

A61B 7/003 (2013.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G16H 50/50 (2018.01)

(72) 발명자

김태진

서울특별시 광진구 능동로 170, 신원리브웰 501호

한상훈

서울특별시 중구 청구로1길 23 삼성아파트 110동 802호

문경민

강원도 강릉시 사천면 방동길 36 강릉아산병원 아파트 105-106

전진희

서울특별시 마포구 월드컵북로 235 성산시영아파트 25동 909호

명세서

청구범위

청구항 1

각 단계가 스마트폰 또는 컴퓨터 시스템의 실행에 의해 수행되는 것으로서,

- a) 스마트폰을 이용하여 사용자로부터 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 수집하는 단계와;
- b) 상기 수집된 음향 데이터를 1차로 이벤트 구간과 무음 구간으로 라벨링하고, 상기 1차로 라벨링된 이벤트 구간에 대하여 2차로 복수의 단계의 비정상 호흡음 정도를 라벨링하는 단계와;
- c) 상기 1차로 라벨링된 이벤트 구간과 무음 구간을 이용하여 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델을 생성하는 단계와;
- d) 상기 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델이 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류하는 단계와;
- e) 상기 분류된 이벤트 구간의 후미에 무음 데이터(무음 구간)를 붙여서 하나의 음향데이터로 만들고, 붙여진 음향데이터에 대해 구간 샘플링하는 단계와;
- f) 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터로부터 샘플링 데이터를 추출하고, 추출된 샘플링 데이터를 이용한 기계학습을 통해 비정상 호흡음의 정도를 나타내는 단계 값을 출력하는 비정상 호흡음 분류 모델을 생성하는 단계; 및
- g) 사용자(환자)로부터 수집된 모든 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델로 중첩구간 점수를 산출하고, 산출된 중첩구간 점수에 대응하여 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태로 결과를 표시하는 단계를 포함하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 a)에서 상기 기침음의 음향 데이터는 스마트폰의 녹음 기능을 이용하여 사용자(환자)의 기침소리를 다수회 반복적으로 녹음함으로써 수집하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계 a)에서 상기 호흡음의 음향 데이터는 스마트폰의 녹음 기능을 이용하여 사용자(환자)의 들숨 및 날숨을 다수회 반복적으로 녹음함으로써 수집하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 a)에서 상기 성음의 음향 데이터는 스마트폰의 녹음 기능을 이용하여 사용자가 음의 높낮이가 있는 음을 익숙한 멜로디에 따라 부르면서 나오는 소리를 녹음함으로써 획득하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 단계 b)에서 2차로 0~K의 단계의 비정상 호흡음 정도를 라벨링하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단계 d)에서 상기 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델이 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류함에 있어서, 이벤트 구간의 시작과 종료의 시간 값을 각각 출력하여 이벤트 구간과 무음 구간을 분류하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단계 e)에서 상기 분류된 이벤트 구간의 후미에 샘플링 윈도우의 시간길이 M의 길이만큼의 무음 데이터(무음 구간)를 붙여서 하나의 음향데이터로 만드는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 단계 e)에서 상기 붙여진 음향데이터에 대해 중첩 윈도우를 이용하여 구간 샘플링하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 단계 e)에서 상기 샘플링 윈도우의 크기는 일정 크기의 밀리초(milliseconds) 단위로 설정되는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 샘플링 윈도우의 중첩은 윈도우의 크기의 절반 크기(M/2)가 중첩되도록 설정되는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 샘플링 윈도우는 음향 데이터 시작 시점에서 중첩되는 크기로 이동시켜 샘플링하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 단계 e)에서 상기 이벤트 구간의 후미에 붙는 무음 데이터(무음 구간)는 비정상 호흡 정도를 0(zero)으로 라벨링하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 단계 e)에서 샘플링 데이터는 해당 샘플링 데이터가 포함되는 이벤트 구간의 라벨을 이용하여 라벨링하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 단계 e)에서 2개의 무음 구간과 이벤트 구간에 겹치는 샘플링 데이터의 경우, 샘플링 데이터가 각 무음 구간과 이벤트 구간에 겹치는 구간 영역 중 가장 큰 영역을 해당 샘플링 데이터의 라벨로 지정하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 단계 f)에서 상기 추출된 샘플링 데이터를 이용한 기계학습을 통해 비정상 호흡음의 정도를 나타내는 단계 값인 0~K를 출력하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 단계 g)에서 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델로 중첩구간 점수를 산출함에 있어서, 상기 기침음, 호흡음, 성음 각각을 중첩 윈도우로 샘플링하고, 각 샘플링 데이터를 각각의 기침음 모델, 호흡음 모델, 성음 모델로부터 비정상 호흡음의 정도 단계 값을 획득하여, 상기 중첩 윈도우에 대해서 중첩된 영역의 합산값을 2로 나눔으로써 중첩구간 점수를 산출하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 중첩구간 점수를 모두 더하고, 이 더해진 값을 중첩 구간의 수로 나누어 평균값을 구한 후, 이 평균값을 다시 비정상 호흡음 정도 단계의 최고 점수로 나누어 0~1의 값으로 정규화하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 단계 g)에서 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델로 중첩구간 점수를 산출한 후, 산출된 값을 0.1 점수 구간으로 백분위 계산하고, 백분위 계산된 값에서 0이상~A미만 구간을 "정상", A이상~B미만 구간을 "주의", B이상~C미만 구간을 "경계"로 분류하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 정상, 주의, 경계를 3가지의 색상으로 표현하는 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태로 사용자의 기침음, 호흡음, 성음에 대한 결과를 표시하는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 호흡기 질환 예측 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 기침음뿐만 아니라 호흡음, 성음을 이용하여 호흡기 질환 비정상 호흡음을 분류하는 모델을 도입함으로써, 호흡기 질환 예측 정확도를 높일 수 있고, 호흡기 질환에 대한 건강지수를 신호등으로 표시함으로써 전문 지식이 없는 사용자가 호흡기 질환 상태를 쉽게 이해할 수 있는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 호흡기 질환은 고전적으로 의사의 흉부 청진, 영상 검사 등을 통해 진단된다. 기침과 천명음은 대부분의 호흡기 질환에 동반되며, 초기에 발견 가능한 증상으로 의사의 진단에 중요한 요소이다. 호흡기 질병에 따라 천명음의 유무, 기침의 위치, 종류, 시간, 객담의 유무 등의 차이가 있다.

[0004] 상기 기침/호흡음의 차이를 이용하여 질병을 분류하고자 하는 연구가 지속되고 있다. COVID19의 경우, 열을 동반한 짧고 마른 기침이 나오며, 미각 소실 특징이 있다. 따라서 이를 이용하여 질병을 분류하거나 기타 다른 연구를 진행할 수 있다. COVID19의 유행으로 원격 진료 혹은 비대면 진료의 필요성 및 관심이 증대되면서, 스마트폰을 이용한 검진 및 진단에 대한 연구가 활발하다. 따라서, 호흡기 질병의 조기 진단과, 기침과 호흡음의 진단적 가치를 높이는 노력이 필요하다. 여기서, 비정상 호흡음의 종류로는 천명음, 나음, 수포음, 협착음, 흉막마찰음이 있다. 날숨(호기) 때 소리가 나는지 아니면 들숨(흡기) 때 소리가 나는지, 아니면 둘 다 소리가 나는지, 소리의 크기는 작은지 큰지, 소리의 높이는 낮은지 높은지, 어느 부위에서 소리가 나는지에 따라 진단이 달라진다.

[0005] 최근 딥 러닝(deep learning) 기반의 기계학습 모델이 지속적으로 연구 및 개발되고 있으며, 이와 같은 기계학습 모델이 다양한 음성 분석 분야에 사용되고 있다. 기계학습 모델에 대한 연구는 전자청진기를 통해 환자의 호흡음을 수집하고, 이를 이용하여 비정상 호흡음을 분류하거나 호흡기 질환을 분류하는 방식(형태)이 주류를 이루고 있다. 그러나 이와 같은 방식은 전자청진기가 동원되어야 하는 등 일반 사용자가 이용하기에는 어려움이 있다. 따라서 사용자가 자신의 스마트폰을 이용하여 자신의 호흡음은 물론 기침음, 성음까지 측정(수집)할 수 있는 방법이 있다면, 일반 사용자들에게 매우 유용할 것이다. 하지만, 사용자가 스마트폰을 이용하여 기침음, 호흡음, 성음을 수집하는 경우, 입에서 나오는 바람소리, 주변의 소음, 작은 음성으로 인해 양질의 음향 데이터를 수집하기 어려운 문제점이 있다.

[0006] 한편, 한국 공개특허공보 제10-2020-0122301호(특허문헌 1)에는 "호흡기 질병 진단을 위한 질병 시그니처를 이용한 기침 소리 분석 방법"이 개시되어 있는 바, 이에 따른 환자 기도의 하나 이상의 질병을 진단하기 위한 방법은, 상기 환자로부터 기침 소리를 취득하는 단계; 기침 세그먼트들로부터 하나 이상의 기침 소리 피치를 나타내는 기침 소리 피치 신호들을 생성하기 위해 상기 기침 소리를 처리하는 단계; 상기 기침 소리 피치 신호들에

기초하여 하나 이상의 질병 시그니처를 획득하는 단계; 및 상기 기침 세그먼트들이 상기 질병들 중 하나 이상을 나타내는 것으로 간주하도록 상기 하나 이상의 질병 시그니처를 분류하는 단계를 포함하고, 상기 기침 소리 피쳐 신호들에 기초하여 상기 하나 이상의 질병 시그니처를 획득하는 단계는, 상기 기침 소리 피쳐들을 하나 이상의 미리 훈련된 질병 시그니처 결정 머신 각각에 적용하는 단계를 포함하고, 각각의 상기 결정 머신은 상기 기침 소리 피쳐들을 특정한 질병 또는 비질병 상태에 대응하는 것으로서 분류하거나 제1 특정한 질병 또는 상기 제1 특정한 질병과는 상이한 제2 특정한 질병에 대응하는 것으로서 분류하도록 미리 훈련되는 것을 특징으로 한다.

[0007] 이상과 같은 특허문헌 1의 경우, 기침 소리 피쳐들을 질병 시그니처 결정 머신들에 적용하여 각각의 결정 머신은 상기 기침 소리 피쳐들을 특정한 질병 또는 비질병 상태에 대응하는 것으로서 분류하도록 훈련함으로써, 환자의 기침 소리 피쳐 신호로부터 하나 이상의 질병을 진단할 수 있는 장점이 있기는 하나, 이는 환자의 기침 소리 피쳐 신호만을 이용하고 있어, 환자의 다른 음, 예를 들면, 호흡음이나 성음을 이용하여 호흡기 질환을 예측하는 것에는 적용하기 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제10-2020-0122301호(2020.10.27.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 사항을 종합적으로 감안하여 창출된 것으로서, 기침음뿐만 아니라 호흡음, 성음을 이용하여 호흡기 질환 비정상 호흡음을 분류하는 모델을 도입함으로써, 호흡기 질환 예측 정확도를 높일 수 있고, 호흡기 질환에 대한 건강지수를 신호등으로 표시함으로써 전문 지식이 없는 사용자가 호흡기 질환 상태를 쉽게 이해할 수 있는 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법은,

[0012] 각 단계가 스마트폰 또는 컴퓨터 시스템의 실행에 의해 수행되는 것으로서,

[0013] a) 스마트폰을 이용하여 사용자로부터 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 수집하는 단계와;

[0014] b) 상기 수집된 음향 데이터를 1차로 이벤트 구간과 무음 구간으로 라벨링하고, 상기 1차로 라벨링된 이벤트 구간에 대하여 2차로 복수의 단계의 비정상 호흡음 정도를 라벨링하는 단계와;

[0015] c) 상기 1차로 라벨링된 이벤트 구간과 무음 구간을 이용하여 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델을 생성하는 단계와;

[0016] d) 상기 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델이 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류하는 단계와;

[0017] e) 상기 분류된 이벤트 구간의 후미에 무음 데이터(무음 구간)를 붙여서 하나의 음향데이터로 만들고, 붙여진 음향데이터에 대해 구간 샘플링하는 단계와;

[0018] f) 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터로부터 샘플링 데이터를 추출하고, 추출된 샘플링 데이터를 이용한 기계학습을 통해 비정상 호흡음의 정도를 나타내는 단계 값을 출력하는 비정상 호흡음 분류 모델을 생성하는 단계; 및

[0019] g) 사용자(환자)로부터 수집된 모든 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델로 중

첩구간 점수를 산출하고, 산출된 중첩구간 점수에 대응하여 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태로 결과를 표시하는 단계를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

- [0020] 여기서, 상기 단계 a)에서 상기 기침음의 음향 데이터는 스마트폰의 녹음 기능을 이용하여 사용자(환자)의 기침 소리를 다수회 반복적으로 녹음함으로써 수집할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 단계 a)에서 상기 호흡음의 음향 데이터는 스마트폰의 녹음 기능을 이용하여 사용자(환자)의 들숨 및 날숨을 다수회 반복적으로 녹음함으로써 수집할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 단계 a)에서 상기 성음의 음향 데이터는 스마트폰의 녹음 기능을 이용하여 사용자가 음의 높낮이가 있는 음을 익숙한 멜로디에 따라 부르면서 나오는 소리를 녹음함으로써 획득할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 단계 b)에서 2차로 0~K의 단계의 비정상 호흡음 정도를 라벨링할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 단계 d)에서 상기 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델이 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류함에 있어서, 이벤트 구간의 시작과 종료의 시간 값을 각각 출력하여 이벤트 구간과 무음 구간을 분류할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 단계 e)에서 상기 분류된 이벤트 구간의 후미에 샘플링 윈도우의 시간길이 M의 길이만큼의 무음 데이터(무음 구간)를 붙여서 하나의 음향데이터로 만들 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 단계 e)에서 상기 붙여진 음향데이터에 대해 중첩 윈도우를 이용하여 구간 샘플링할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 단계 e)에서 상기 샘플링 윈도우의 크기는 일정 크기의 밀리초(millisecond) 단위로 설정될 수 있다.
- [0028] 이때, 상기 샘플링 윈도우의 중첩은 윈도우의 크기의 절반 크기(M/2)가 중첩되도록 설정될 수 있다.
- [0029] 이때, 또한 상기 샘플링 윈도우는 음향 데이터 시작 시점에서 중첩되는 크기로 이동시켜 샘플링할 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 단계 e)에서 상기 이벤트 구간의 후미에 붙는 무음 데이터(무음 구간)는 비정상 호흡 정도를 0(zero)으로 라벨링할 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 단계 e)에서 샘플링 데이터는 해당 샘플링 데이터가 포함되는 이벤트 구간의 라벨을 이용하여 라벨링할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 단계 e)에서 2개의 무음 구간과 이벤트 구간에 겹치는 샘플링 데이터의 경우, 샘플링 데이터가 각 무음 구간과 이벤트 구간에 겹치는 구간 영역 중 가장 큰 영역을 해당 샘플링 데이터의 라벨로 지정할 수 있다. (14)
- [0033] 또한, 상기 단계 f)에서 상기 추출된 샘플링 데이터를 이용한 기계학습을 통해 비정상 호흡음의 정도를 나타내는 단계 값인 0~K를 출력할 수 있다. (15)
- [0034] 또한, 상기 단계 g)에서 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델로 중첩구간 점수를 산출함에 있어서, 상기 기침음, 호흡음, 성음 각각을 중첩 윈도우로 샘플링하고, 각 샘플링 데이터를 각각의 기침음 모델, 호흡음 모델, 성음 모델로부터 비정상 호흡음의 정도 단계 값을 획득하여, 상기 중첩 윈도우에 대해서 중첩된 영역의 합산값을 2로 나눔으로써 중첩구간 점수를 산출할 수 있다. (16)
- [0035] 이때, 또한 상기 중첩구간 점수를 모두 더하고, 이 더해진 값을 중첩 구간의 수로 나누어 평균값을 구한 후, 이 평균값을 다시 비정상 호흡음 정도 단계의 최고 점수로 나누어 0~1의 값으로 정규화할 수 있다. (17)
- [0036] 또한, 상기 단계 g)에서 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델로 중첩구간 점수를 산출한 후, 산출된 값을 0.1 점수 구간으로 백분위 계산하고, 백분위 계산된 값에서 0이상~A미만 구간을 "정상", A이상~B미만 구간을 "주의", B이상~C미만 구간을 "경계"로 분류할 수 있다. (18)
- [0037] 이때, 상기 정상, 주의, 경계를 3가지의 색상으로 표현하는 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태로 사용자의 기침음, 호흡음, 성음에 대한 결과를 표시할 수 있다. (19)

발명의 효과

- [0039] 이와 같은 본 발명에 의하면, 기침음뿐만 아니라 호흡음, 성음을 이용하여 호흡기 질환 비정상 호흡음을 분류하

는 모델을 도입함으로써, 호흡기 질환 예측 정확도를 높일 수 있고, 호흡기 질환에 대한 건강지수를 신호등으로 표시함으로써 전문 지식이 없는 사용자가 호흡기 질환 상태를 쉽게 이해할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0041]

도 1은 본 발명에 따른 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법의 실행 과정을 나타낸 도면이다.

도 2는 스마트폰을 이용하여 기침음, 호흡음, 성음을 수집하는 것을 나타낸 도면이다.

도 3은 수집된 기침음, 호흡음, 성음 데이터에 대해 이벤트 구간과 무음 구간을 1차 라벨링 및 이벤트 구간에 대해 비정상 호흡음 정도를 2차 라벨링하는 것을 나타낸 도면이다.

도 4는 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델에 의해 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류하는 것을 나타낸 도면이다.

도 5는 분류된 이벤트 구간의 후미에 무음 데이터를 붙여 음향데이터를 만들고, 붙여진 음향데이터에 대해 중첩 윈도우를 이용하여 구간 샘플링하는 것을 나타낸 도면이다.

도 6은 샘플링 데이터가 각 무음과 이벤트 구간에 겹치는 구간 영역 중 가장 큰 영역을 샘플링 데이터의 라벨로 처리하는 것을 나타낸 도면이다.

도 7은 기침음, 호흡음, 성음 데이터로부터 각각 추출한 샘플링 데이터를 이용하여 기계학습을 통해 비정상 호흡음 분류 모델을 생성하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 8은 각 샘플링 데이터에 대해 기침음, 호흡음, 성음 모델로부터 비정상 호흡음의 정도 단계값을 얻고, 각 윈도우에 대해 중첩구간의 점수를 산출 및 0~1 값으로 정규화하는 개요를 나타낸 도면이다.

도 9는 사용자로부터 수집된 모든 기침음, 호흡음, 성음 데이터를 비정상 호흡음 분류 모델로 중첩구간 점수를 산출하고, 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태로 결과를 표시한 것을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042]

본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정되어 해석되지 말아야 하며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.

[0043]

명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "장치" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0044]

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0045]

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법의 실행 과정을 나타낸 도면이다.

[0046]

도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법은, 각 단계가 스마트폰 또는 컴퓨터 시스템의 실행에 의해 수행되는 것으로서, 먼저 스마트폰을 이용하여 사용자(또는 환자)로부터 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 수집한다(단계 S101). 여기서, 상기 기침음의 음향 데이터는 스마트폰의 녹음 기능을 이용하여 사용자(환자)의 기침소리(기침음)를 다수회 반복적으로 녹음함으로써 수집할 수 있다. 즉, 도 2의 (a)와 같이 스마트폰(210)의 녹음 기능(즉, 녹음 버튼(210r))을 작동시켜 기침소리(기침음)를 다수회 반복적으로 녹음함으로써 기침음의 음향 데이터를 수집할 수 있다. 마찬가지로, 상기 호흡음의 음향 데이터는 도 2의 (b)와 같이 스마트폰(210)의 녹음 기능(즉, 녹음 버튼(210r))을 이용하여 사용자(환자)의 들숨 및 날숨을 다수회 반복적으로 녹음함으로써 수집할 수 있다. 또한, 상기 성음의 음향 데이터는 도 2의 (c)와 같이 스마트폰(210)의 녹음 기능(즉, 녹음 버튼(210r))을 이용하여 사용자가 음의 높낮이가 있는 음(예를 들면, 글로벌 공통 음계인 '도레미파솔라시도'와 같은 음의 높낮이가 있는 음)을 익숙한 멜로디에 따라 부르면서 나오는 소리를 녹음함으로써 획득할 수 있다.

- [0047] 이렇게 하여 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터가 수집되면, 도 3의 (a)와 같이, 상기 수집된 음향 데이터를 1차로 이벤트 구간과 무음 구간으로 라벨링하고, 상기 1차로 라벨링된 이벤트 구간에 대하여, 도 3의 (b)와 같이, 2차로 복수의 단계의 비정상 호흡음 정도를 라벨링한다(단계 S102). 이때, 2차로 0~K의 단계의 비정상 호흡음 정도를 라벨링할 수 있다.
- [0048] 이상에 의해 1, 2차 라벨링이 완료되면, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 1차로 라벨링된 이벤트 구간과 무음 구간을 이용하여 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델(410)을 생성한다(단계 S103).
- [0049] 그런 후, 상기 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델(410)은 스마트폰으로부터 수집되어 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류한다(단계 S104). 여기서, 상기 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델(410)이 입력된 음향데이터로부터 이벤트 구간과 무음 구간을 분류함에 있어서, 이벤트 구간의 시작과 종료의 시간 값을 각각 출력하여 이벤트 구간과 무음 구간을 분류할 수 있다. 여기서, 이상과 같은 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델(410)은 하나의 앱(application)으로서, 음향데이터(예컨대, 기침음, 호흡음, 성음의 음향데이터)에 대해 각각 이벤트 구간과 무음 구간을 분류하도록 컴퓨터 시스템을 통해 사전에 AI를 기반으로 하여 기계학습된다.
- [0050] 이렇게 하여 이벤트 구간과 무음 구간의 분류가 완료되면, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 분류된 이벤트 구간의 후미에 무음 데이터(무음 구간)를 붙여서 하나의 음향데이터로 만들고, 붙여진 음향데이터에 대해 구간 샘플링한다(단계 S105). 여기서, 상기 분류된 이벤트 구간의 후미에 샘플링 윈도우의 시간길이 M의 길이만큼의 무음 데이터(무음 구간)를 붙여서 하나의 음향데이터로 만들 수 있다.
- [0051] 또한, 상기 붙여진 음향데이터에 대해 중첩 윈도우를 이용하여 구간 샘플링할 수 있다. 그리고 상기 샘플링 윈도우의 크기는 일정 크기의 밀리초(millisecond) 단위로 설정될 수 있다. 또한, 상기 샘플링 윈도우의 중첩은 윈도우의 크기의 절반 크기(M/2)가 중첩되도록 설정될 수 있다. 또한, 상기 샘플링 윈도우는 음향 데이터 시작 시점에서 중첩되는 크기로 이동시켜 샘플링할 수 있다.
- [0052] 또한, 각각의 이벤트 구간은, 도 6에 도시된 바와 같이, 의료진에 의해 비정상 호흡 정도 0~K 단계 중 하나로 라벨링할 수 있다. 그리고 상기 이벤트 구간의 후미에 붙는 무음 데이터(무음 구간)는 비정상 호흡 정도를 0(zero)으로 라벨링할 수 있다. 또한, 샘플링 데이터는 해당 샘플링 데이터가 포함되는 이벤트 구간의 라벨을 이용하여 라벨링할 수 있다. 또한, 2개의 무음과 이벤트 구간에 겹치는 샘플링 데이터의 경우, 샘플링 데이터가 각 무음 구간과 이벤트 구간에 겹치는 구간 영역 중 가장 큰 영역을 해당 샘플링 데이터의 라벨로 지정할 수 있다. 즉, 만일 이벤트 구간과 윈도우 중첩 길이가 무음 구간과 윈도우 중첩 길이보다 크면, 샘플링 데이터 라벨은 이벤트 구간 라벨로 지정하고, 그 이외의 경우는 샘플링 데이터 라벨은 무음 구간 라벨로 지정할 수 있다.
- [0053] 이렇게 하여 붙여진 음향데이터에 대해 구간 샘플링이 완료되면, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터로부터 샘플링 데이터를 추출하고, 추출된 샘플링 데이터를 이용한 기계학습을 통해 비정상 호흡음의 정도를 나타내는 단계 값을 출력하는 비정상 호흡음 분류 모델(710)을 생성한다(단계 S106). 여기서, 상기 추출된 샘플링 데이터를 이용한 기계학습을 통해 비정상 호흡음의 정도를 나타내는 단계 값인 0~K를 출력할 수 있다. 또한, 상기 비정상 호흡음 분류 모델(710)은 기침음 모델(710a), 호흡음 모델(710b), 성음 모델(710c)을 포함할 수 있다.
- [0054] 이후, 도 8에 도시된 바와 같이, 사용자(환자)로부터 수집된 모든 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델(710)로 중첩구간 점수를 산출하고, 산출된 중첩구간 점수에 대응하여 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태로 결과를 표시한다(단계 S107). 여기서, 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델(710)로 중첩구간 점수를 산출함에 있어서, 상기 기침음, 호흡음, 성음 각각을 중첩 윈도우로 샘플링하고, 각 샘플링 데이터를 각각의 기침음 모델, 호흡음 모델, 성음 모델로부터 비정상 호흡음의 정도 단계 값을 획득하여, 상기 중첩 윈도우에 대해서, 아래의 수학적 식 1과 같이, 중첩된 영역의 합산값을 2로 나눔으로써 중첩구간 점수를 산출할 수 있다.

수학적 식 1

$$ws = \frac{(W_a + W_b)}{2}$$

[0055]

[0056] 여기서, w_s 는 중첩구간 점수, W 는 중첩윈도우 모델 출력을 각각 나타낸다.

[0057] 이때, 또한 다음의 수학적 식 2와 같이, 상기 중첩구간 점수(w_s)를 모두 더하고, 이 더해진 값을 중첩 구간의 수로 나누어 평균값을 구한 후, 이 평균값을 다시 비정상 호흡음 정도 단계의 최고 점수로 나누어 0~1의 값으로 정규화할 수 있다.

수학적 식 2

$$score = \left(\frac{\sum_{i=1}^M w_s}{M} \right) / K$$

[0058]

[0059] 여기서, M 은 중첩구간 수, w_s 는 중첩구간 점수, K 는 비정상 호흡음 정도 단계 최고 점수, $score$ 는 0~1의 값으로 정규화한 점수를 각각 나타낸다.

[0060] 또한, 상기 기침음, 호흡음, 성음의 음향 데이터를 상기 비정상 호흡음 분류 모델(710)로 중첩구간 점수를 산출한 후, 산출된 값을 0.1 점수 구간으로 백분위 계산하고, 백분위 계산된 값에서 0이상~A미만 구간을 "정상", A이상~B미만 구간을 "주의", B이상~C미만 구간을 "경계"로 분류할 수 있다.

[0061] 이때, 상기 정상, 주의, 경계를 3가지의 색상으로 표현하는 호흡기 질환 건강지수 신호등 형태(예를 들면, 정상은 청색 신호등, 주의는 황색 신호등, 경계는 적색 신호등)로 사용자의 스마트폰 화면상에 사용자의 기침음, 호흡음, 성음에 대한 결과(즉, 호흡기질환 건강지수)를 표시할 수 있다. 이에 따라, 사용자는 자신의 스마트폰 화면에 표시된 신호등 형태의 기침음, 호흡음, 성음에 대한 결과(호흡기질환 건강지수)를 통해 자신의 호흡기 질환 상태를 쉽게 이해(파악)할 수 있게 된다.

[0063] 이상의 설명과 같이, 본 발명에 따른 스마트폰으로 수집한 기침음, 호흡음, 성음 측정 데이터를 이용한 호흡기 질환 예측 방법은 기침음뿐만 아니라 호흡음, 성음을 이용하여 호흡기 질환 비정상 호흡음을 분류하는 모델을 도입함으로써, 호흡기 질환 예측 정확도를 높일 수 있고, 호흡기 질환에 대한 건강지수를 신호등으로 표시함으로써 전문 지식이 없는 사용자가 호흡기 질환 상태를 쉽게 이해할 수 있는 장점이 있다.

[0064] 또한, 사람마다 다른 이벤트 구간과 무음 구간의 시간 길이를 일정 비율로 정규화함으로써, 윈도우를 중첩하여 이동시키는 과정에서 생기는 이벤트 구간 수와 무음 구간 수의 차이를 최소화하여 일반화 성능을 최대로 확보할 수 있는 장점이 있다.

[0065] 이상, 바람직한 실시예를 통하여 본 발명에 관하여 상세히 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변경, 응용될 수 있음은 당해 기술분야의 통상의 기술자에게 자명하다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 다음의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0066]

210: 스마트폰 210r: 녹음 버튼

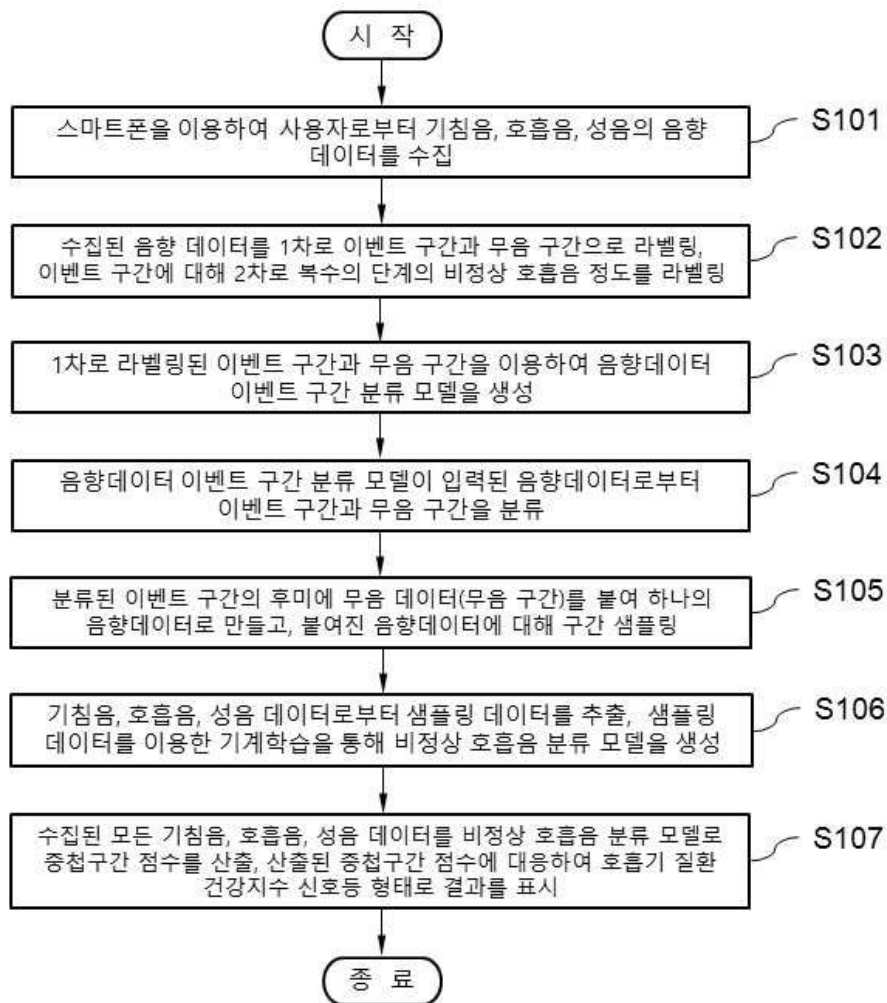
410: 음향데이터 이벤트 구간 분류 모델

710: 비정상 호흡음 분류 모델 710a: 기침음 모델

710b: 호흡음 모델 710c: 성음 모델

도면

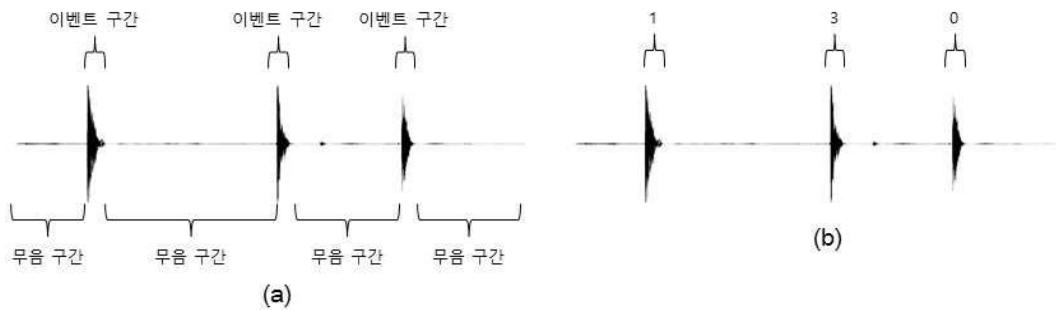
도면1



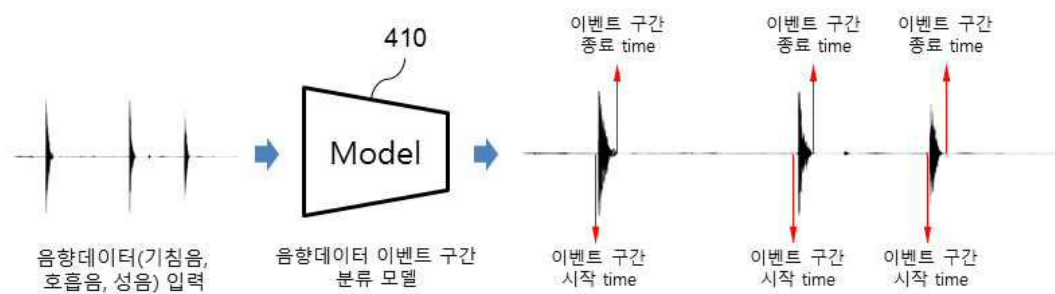
도면2



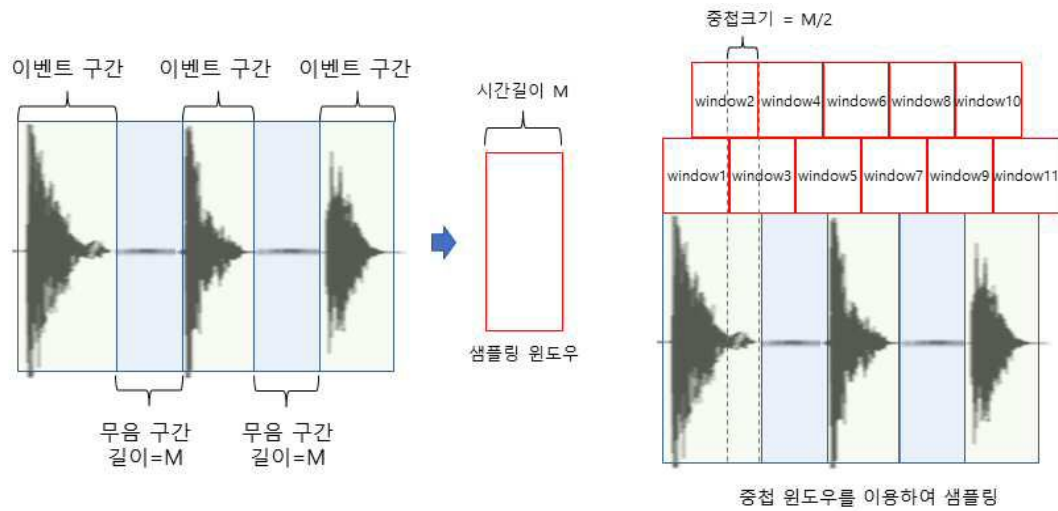
도면3



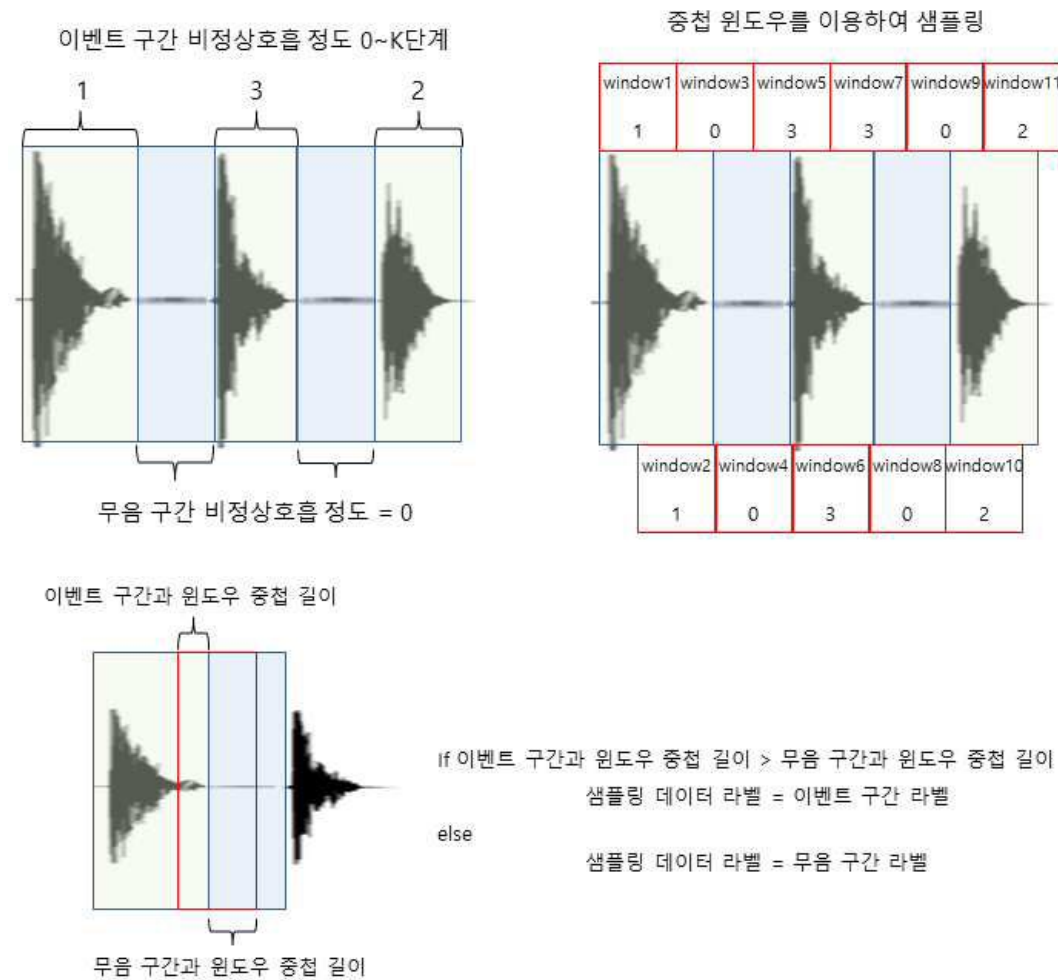
도면4



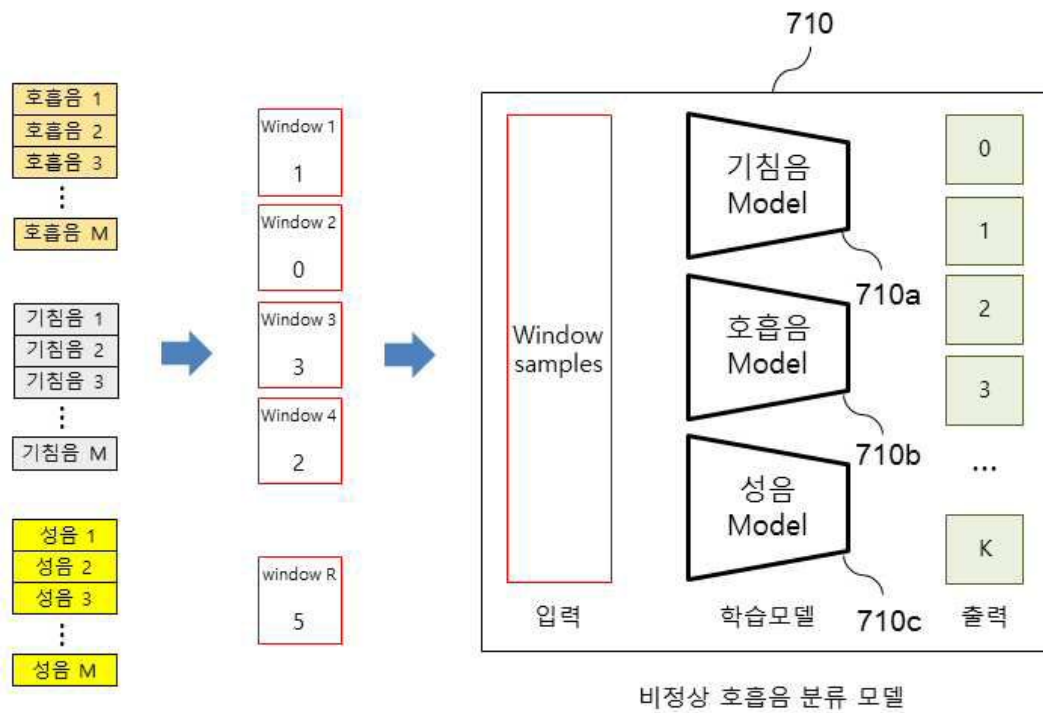
도면5



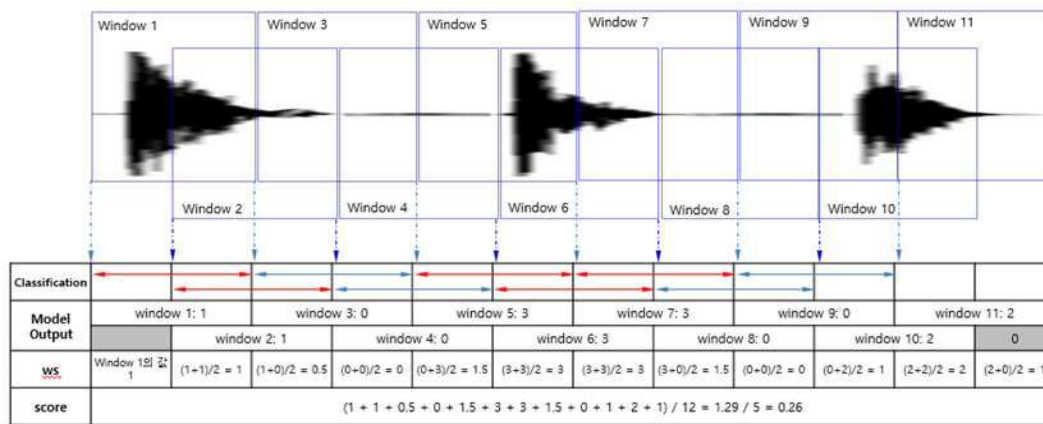
도면6



도면7



도면8



도면9

