



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0113390
(43) 공개일자 2019년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4803 (2013.01)
A61B 5/11 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0036013
(22) 출원일자 2018년03월28일
심사청구일자 2018년03월28일

(71) 출원인
(주)오상헬스케어
경기도 안양시 동안구 안양천동로 132 (호계동)
(72) 발명자
김근영
서울특별시 강서구 양천로 666 보람더하임아파트
104동 701호
(74) 대리인
특허법인아주

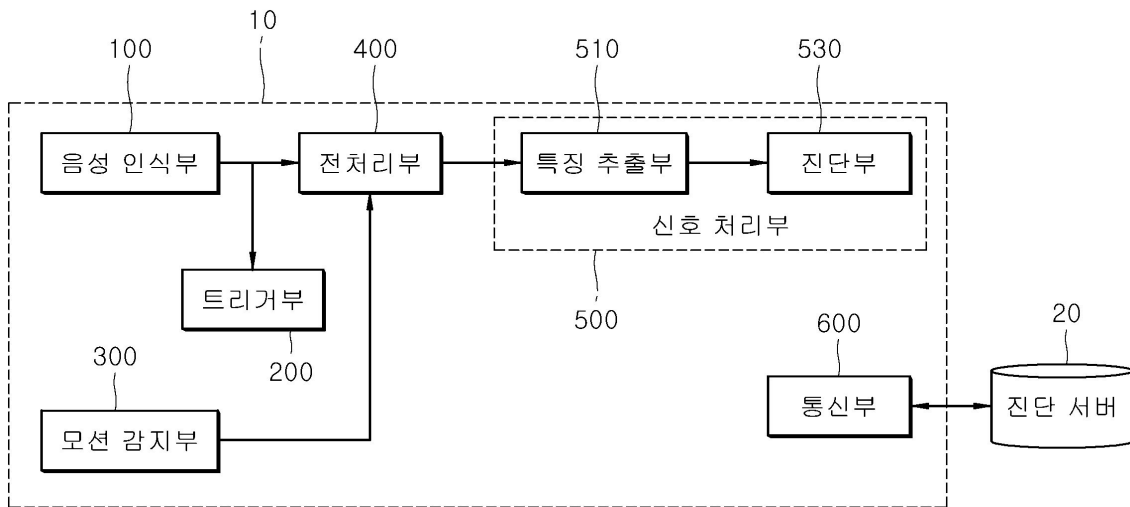
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 **호흡 질환 진단 장치 및 호흡 질환 모니터링 방법**

(57) 요약

본 발명은 호흡 질환 진단 장치 및 방법에 관한 것으로서, 외부로부터의 입력 음향을 인식하여 음향 신호를 제공하는 음향 인식부, 음향 인식부로부터 전달받은 음향 신호가 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호인지 여부를 판별하는 전처리부, 및 사용자의 호흡기 질환을 진단하기 위해 미리 확보된 훈련 데이터를 이용하여 전처리부에 의해 판별된 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 신호 처리부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 5/7203 (2013.01)

A61B 5/7225 (2013.01)

A61B 5/7264 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

외부로부터의 입력 음향을 인식하여 음향 신호를 제공하는 음향 인식부;

상기 음향 인식부로부터 전달받은 음향 신호가 상기 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호인지 여부를 판별하는 전처리부; 및

상기 사용자의 호흡기 질환을 진단하기 위해 미리 확보된 훈련 데이터를 이용하여 상기 전처리부에 의해 판별된 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 신호 처리부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전처리부는, 상기 음향 신호에 포함된 배경 잡음 신호, 대화 음성 신호, 및 상기 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전처리부는, 상기 음향 인식부에 의해 상기 입력 음향이 인식된 방향을 고려하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 음향 인식부는, 상기 입력 음향을 각각 인식하는 복수의 마이크로폰(microphone)을 포함하고,

상기 전처리부는, 상기 복수의 마이크로폰이 상기 입력 음향을 각각 인식하여 출력하는 각 음향 신호 간의 상관 관계를 분석하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전처리부는, 기준 범위를 벗어나는 방향으로부터의 상기 입력 음향이 상기 복수의 마이크로폰에 의해 각각 인식됨으로써 도달 시간 지연(TDOA: Time Delay Of Arrival) 특성이 각각 다르게 형성되는 상기 각 음향 신호를 합산하는 지연-합 빔 형성 기법(Delay-and-Sum Beamforming Method)을 이용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 사용자의 발화 시의 모션을 감지하는 모션 감지부;를 더 포함하고,

상기 전처리부는, 상기 모션 감지부에 의해 감지되는, 상기 사용자의 발화 시의 모션을 고려하여 상기 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전처리부는, 상기 사용자의 발화 시의 모션을 통해 상기 사용자로부터 상기 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출하는 방식을 이용하여 상기 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 호흡 질환 진단 장치가 저전력을 위한 대기 모드(stand-by mode)를 유지하는 상태에서 상기 음향 인식부로부터의 음향 신호의 크기에 기초하여 상기 호흡 질환 진단 장치를 트리거링(triggering)하는 트리거부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 신호 처리부는, 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, GMM(Gaussian Mixture Model) 알고리즘 또는 K-NN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 기반으로 상기 추출된 특징 벡터 및 상기 훈련 데이터 간의 패턴 매칭을 수행하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 신호 처리부는, 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, 상기 추출된 특징 벡터에 상기 훈련 데이터를 기반으로 학습된 딥 러닝 모델을 적용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 신호 처리부는, SVM(Support Vector Machine) 및 DNN(Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델, LSTM(Long Short Term Memory)에 따른 딥 러닝 모델, CLDNN(Convolutional, LSTM, Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델 중 어느 하나를 이용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 딥 러닝 모델은, 상기 추출된 특징 벡터 및 상기 훈련 데이터를 기반으로 지속적으로 학습되는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 호흡기 질환은, 기침, 감기, 천식, 기관지염 및 만성 폐쇄성 폐질환(COPD: Chronic Obstructive PulmonaryDisease)중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 장치.

청구항 14

음향 인식부가, 외부로부터의 입력 음향을 인식하여 음향 신호를 제공하는 단계;

전처리부가, 상기 음향 인식부로부터 전달받은 음향 신호가 상기 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호인지 여부를 판별하는 단계; 및

신호 처리부가, 상기 사용자의 호흡기 질환을 진단하기 위해 미리 확보된 훈련 데이터를 이용하여 상기 전처리부에 의해 판별된 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 판별하는 단계에서, 상기 전처리부는,

상기 음향 신호에 포함된 배경 잡음 신호, 대화 음성 신호, 및 상기 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 판별하는 단계에서, 상기 전처리부는,

상기 음향 인식부에 의해 상기 입력 음향이 인식된 방향을 고려하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 음향 인식부는, 상기 입력 음향을 각각 인식하는 복수의 마이크로폰(microphone)을 포함하고,

상기 판별하는 단계에서, 상기 전처리부는,

상기 복수의 마이크로폰이 상기 입력 음향을 각각 인식하여 출력하는 각 음향 신호 간의 상관관계를 분석하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 판별하는 단계에서, 상기 전처리부는,

기준 범위를 벗어나는 방향으로부터의 상기 입력 음향이 상기 복수의 마이크로폰에 의해 각각 인식됨으로써 도달 시간 지연(TDOA: Time Delay Of Arrival) 특성이 각각 다르게 형성되는 상기 각 음향 신호를 합산하는 지연-합 빔 형성 기법(Delay-and-Sum Beamforming Method)을 이용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 19

제15항에 있어서,

모션 감지부가, 상기 사용자의 발화 시의 모션을 감지하는 단계;를 더 포함하고,

상기 판별하는 단계에서, 상기 전처리부는,

상기 모션 감지부에 의해 감지되는, 상기 사용자의 발화 시의 모션을 고려하여 상기 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 판별하는 단계에서, 상기 전처리부는,

상기 사용자의 발화 시의 모션을 통해 상기 사용자로부터 상기 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출하는 방식을 이용하여 상기 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 21

제14항에 있어서,

트리거부가, 호흡 질환 진단 장치가 저전력을 위한 대기 모드(stand-by mode)를 유지하는 상태에서 상기 음향 인식부로부터의 음향 신호의 크기에 기초하여 상기 호흡 질환 진단 장치를 트리거링(triggering)하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 22

제14항에 있어서,

상기 분석하는 단계에서, 상기 신호 처리부는,

상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, GMM(Gaussian Mixture Model) 알고리즘 또는 K-NN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 기반으로 상기 추출된 특징 벡터 및 상기 훈련 데이터 간의 패턴 매칭을 수행하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 23

제14항에 있어서,

상기 분석하는 단계에서, 상기 신호 처리부는,

상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, 상기 추출된 특징 벡터에 상기 훈련 데이터를 기반으로 학습된 딥 러닝 모델을 적용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 분석하는 단계에서, 상기 신호 처리부는,

SVM(Support Vector Machine) 및 DNN(Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델, LSTM(Long Short Term Memory)에 따른 딥 러닝 모델, CLDNN(Convolutional, LSTM, Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델 중 어느 하나를 이용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 딥 러닝 모델은, 상기 추출된 특징 벡터 및 상기 훈련 데이터를 기반으로 지속적으로 학습되는 것을 특징으로 하는 호흡 질환 진단 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 호흡 질환 진단 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 사용자로부터의 호흡기 관련 음성을 인식하여 사용자의 호흡기 질환을 진단하는 호흡 질환 진단 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 생리학적인 호흡기의 구조 측면에서 호흡기 질환은 대부분 구강, 기도 또는 폐 등의 영향이 가장 크다고 할 수 있다. 특히, 호흡기 질환으로 유발되는 기침(cough)은 알레르기성 질환을 제외하고 대부분 폐와 관련된 부분이 많으며, 염증, 바이러스, 폐포의 막힘 또는 기도의 문제로 인해 발생하는 경우도 존재한다.

[0003] 기간에 따른 기침의 분류를 살펴보면, 일반적으로 성인의 경우 3주 이하의 기간 동안 기침이 지속되는 경우 급성 기침(Acute)으로 분류되고, 3주 이상의 기간 동안 기침이 지속되는 경우는 아급성 기침(Subacute)으로 분류되며, 8주 이상의 기간 동안 기침이 지속되는 경우 만성 기침(Chronic)으로 분류되어, 기간에 따른 분류에 따라 진단 및 치료적 접근을 달리하고 있다.

[0004] 한편, 천식은 기도의 만성 염증성 질환으로서, 천식에 따라 반복적으로 유발되는 기침 또는 쌉쌉거림(wheeze) 현상을 통해 그 징후를 파악할 수 있으며, 특정 자극이나 조건에서 악화되는 상황에 따라 보다 더 명확한 진단이 가능할 수 있다. 호흡기 또는 폐의 질환으로 인해 폐포나 기도가 좁아지는 경우 쌉쌉거림은 자주 발생하지만 그 크기가 작아질 수 있으며, 발작성 기침의 경우는 그 크기가 크고 반복적으로 발생할 수 있다. 소아 천식의 경우에는 문진이 어렵기 때문에 증상 및 징후에 대하여 보다 세밀한 관찰이 요구되며, 한 달 이상 빈번한 쌉쌉거림이 발생하거나 일상 생활에서 변화없는 쌉쌉거림이 발생하는 등의 증상을 관찰함으로써 소아 천식에 대한 판별이 가능할 수 있다.

[0005] 현재, 호흡기 질환과 관련된 기침, 천식, 감기, 기관지염 및 만성 폐쇄성 폐질환(COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease) 등에 대한 진단은 병원 내의 폐활량기 등의 장비를 통해서만 가능하기 때문에, 호흡기 질환에 대하여 사전적으로 진단하고 이에 따라 중증으로 악화되는 상황을 예방할 수 없는 한계를 갖는다. 따라서, 호흡기 질환에 대한 사전 진단이 가능하고 질환의 진행 정도를 분석한 결과를 사용자에게 제공함으로써 개인의 호흡기 질환을 보다 체계적으로 관리하기 위한 시스템이 요청된다.

[0006] 본 발명의 배경기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2015-0118168호(2015.10.21. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 기술한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 목적은 병원에 구비된 별도 장비를 통해서만 호흡기 질환을 진단할 수 밖에 없었던 종래의 한계를 벗어나, 개인의 일상 생활에서 호흡기 질환을 진단할 수 있는 음성 데이터를 획득하고 획득된 음성 데이터를 분석하여 사용자에게 제공함으로써, 개인의 호흡기 질환을 보다 체계적으로 관리할 수 있는 호흡기 질환 진단 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따른 호흡기 질환 진단 장치는 외부로부터의 입력 음향을 인식하여 음향 신호를 제공하는 음향 인식부, 상기 음향 인식부로부터 전달받은 음향 신호가 상기 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호인지 여부를 판별하는 전처리부, 및 상기 사용자의 호흡기 질환을 진단하기 위해 미리 확보된 훈련 데이터를 이용하여 상기 전처리부에 의해 판별된 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 신호 처리부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명에 있어 상기 전처리부는, 상기 음향 신호에 포함된 배경 잡음 신호, 대화 음성 신호, 및 상기 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명에 있어 상기 전처리부는, 상기 음향 인식부에 의해 상기 입력 음향이 인식된 방향을 고려하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명에 있어 상기 음향 인식부는, 상기 입력 음향을 각각 인식하는 복수의 마이크로폰(microphone)을 포함하고, 상기 전처리부는, 상기 복수의 마이크로폰이 상기 입력 음향을 각각 인식하여 출력하는 각 음향 신호 간의 상관관계를 분석하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명에 있어 상기 전처리부는, 기준 범위를 벗어나는 방향으로부터의 상기 입력 음향이 상기 복수의 마이크로폰에 의해 각각 인식됨으로써 도달 시간 지연(TDOA: Time Delay Of Arrival) 특성이 각각 다르게 형성되는 상기 각 음향 신호를 합산하는 지연-합 빔 형성 기법(Delay-and-Sum Beamforming Method)을 이용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명은 상기 사용자의 발화 시의 모션을 감지하는 모션 감지부를 더 포함하고, 상기 전처리부는, 상기 모션 감지부에 의해 감지되는, 상기 사용자의 발화 시의 모션을 고려하여 상기 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명에 있어 상기 전처리부는, 상기 사용자의 발화 시의 모션을 통해 상기 사용자로부터 상기 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출하는 방식을 이용하여 상기 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명은 상기 호흡기 질환 진단 장치가 저전력을 위한 대기 모드(stand-by mode)를 유지하는 상태에서 상기 음향 인식부로부터의 음향 신호의 크기에 기초하여 상기 호흡기 질환 진단 장치를 트리거링(triggering)하는 트리거부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명에 있어 상기 신호 처리부는, 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, GMM(Gaussian Mixture Model) 알고리즘 또는 K-NN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 기반으로 상기 추출된 특징 벡터 및 상기 훈련 데이터 간의 패턴 매칭을 수행하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명에 있어 상기 신호 처리부는, 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, 상기 추출된 특징 벡터에 상기 훈련 데이터를 기반으로 학습된 딥 러닝 모델을 적용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명에 있어 상기 신호 처리부는, SVM(Support Vector Machine) 및 DNN(Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델, LSTM(Long Short Term Memory)에 따른 딥 러닝 모델, CLDNN(Convolutional, LSTM, Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델 중 어느 하나를 이용하여 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 것을

특징으로 한다.

- [0019] 본 발명에 있어 상기 딥 러닝 모델은, 상기 추출된 특징 벡터 및 상기 훈련 데이터를 기반으로 지속적으로 학습되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명에 있어 상기 호흡기 질환은, 기침, 감기, 천식, 기관지염 및 만성 폐쇄성 폐질환(COPD: Chronic Obstructive PulmonaryDisease)중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 일 측면에 따른 호흡 질환 진단 방법은 음향 인식부가, 외부로부터의 입력 음향을 인식하여 음향 신호를 제공하는 단계, 전처리부가, 상기 음향 인식부로부터 전달받은 음향 신호가 상기 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호인지 여부를 판별하는 단계, 및 신호 처리부가, 상기 사용자의 호흡기 질환을 진단하기 위해 미리 확보된 훈련 데이터를 이용하여 상기 전처리부에 의해 판별된 상기 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 개인의 라이프 사이클 전 주기에 대하여 호흡기 질환을 모니터링하여 호흡기 질환을 분석함으로써 호흡기 질환의 조기 진단이 가능하여 그에 따라 중증으로의 악화를 사전에 예방할 수 있으며, 호흡기 질환에 대한 모니터링 과정에서 획득되는 개인의 호흡기 관련 음성 데이터를 이용하여 호흡기 질환을 분석하기 위한 분류 모델을 반복적으로 학습해가는 과정을 통해 개인의 호흡기 질환에 대한 보다 정확하고 체계적인 분석이 가능하도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치의 전체 동작을 개괄적으로 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치를 설명하기 위한 블록구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 훈련 데이터를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 지연-합 빔 형성 기법을 나타낸 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 센서 퓨전 기법을 나타낸 예시도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 신호 처리부가 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터를 추출하는 과정을 도시한 블록도이다.
- 도 7 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 신호 처리부가 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하기 위해 적용하는 딥 러닝 모델을 도시한 예시도이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치가 구현될 수 있는 음향 신호 처리 블록도를 도시한 예시도이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에 적용되는 특징을 도식화한 예시도이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 호흡 질환 진단 장치 및 방법의 실시예를 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치의 전체 동작을 개괄적으로 설명하기 위한 예시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치를 설명하기 위한 블록구성도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 훈련 데이터를 설명하기 위한 예시도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 지연-합 빔 형성 기법을 나타낸 예시도이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 센서 퓨전 기법을 나타낸 예시도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 신호 처리부가 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터를 추출하는 과정을 도시한 블록

도이며, 도 7 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에서 신호 처리부가 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하기 위해 적용하는 딥 러닝 모델을 도시한 예시도이고, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치가 구현될 수 있는 음향 신호 처리 블록도를 도시한 예시도이며, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에 적용되는 특징을 도식화한 예시도이다.

- [0026] 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)는 사용자가 소지한 상태로 생활하며 사용자로부터 호흡기 관련 음성을 인식하여 사용자의 호흡기 질환을 진단하는 포터블(portable) 단말기의 형태로 구현될 수 있으며, 예를 들어 펜던트 타입(pendent type) 또는 헤드셋 타입(headset type)의 웨어러블(wearable) 단말기 형태로 구현될 수 있다. 이러한 구현예를 기반으로 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)는 도 1에 도시된 것과 같이 외부로부터의 입력 음향을 인식하고(Input Signal) 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별하여(Pre-Processing) 특징 벡터를 추출한 후(Feature Extraction), 딥 러닝 모델을 적용하여(Training Data, Deep Learning Model) 사용자의 호흡기 질환을 진단할 수 있으며(Classification), 그 진단 결과는 수집 및 관리되어 사용자의 호흡기 질환의 치료에 사용될 수 있다(Collect Cough Stats).
- [0027] 한편, 본 실시예에서 호흡기 질환이라 함은 기침, 감기, 천식, 기관지염 및 만성 폐쇄성 폐질환(COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease) 중 하나 이상을 포함하는 의미로 설명하지만 이에 한정되지 않으며, 폐렴 또는 폐결핵 등과 같은 모든 호흡기 질환을 포함할 수 있다.
- [0028] 이하에서는 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)의 동작을 그 하위 구성으로서 구체적으로 설명한다.
- [0029] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치(10)는 음향 인식부(100), 트리거부(200), 모션 감지부(300), 전처리부(400) 및 신호 처리부(500)를 포함할 수 있다.
- [0030] 음향 인식부(100)는 외부로부터의 입력 음향을 인식하여 음향 신호를 후술할 전처리부(400)로 제공할 수 있다. 외부로부터의 입력 음향은 사용자의 호흡기 관련 음성(기침 또는 쌉쌉거림(wheeze)과 같은 호흡기 질환 음성 또는 재채기 등을 포함하며, 폐 또는 구강 등의 진동도 호흡기 관련 음성의 주파수로서 반영된다)과 대화 음성, 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성과 대화 음성, 및 배경 잡음 등의 모든 음향을 포함할 수 있다.
- [0031] 음향 인식부(100)는 외부로부터의 입력 음향을 인식하기 위해 마이크로폰(microphone)을 포함할 수 있으며, 본 실시예에서 포터블 단말기 형태로 구현될 수 있는 호흡 질환 진단 장치(10)에의 적용을 용이하게 하고 감도 및 방수 성능을 향상시키기 위해 음향 인식부(100)는 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 마이크로폰을 포함하도록 구현될 수 있다. 또한, 음향 인식부(100)는 지연-합 빔 형성 기법 적용을 위해 복수의 마이크로폰을 포함할 수도 있으며, 이에 대한 구체적인 설명은 후술한다.
- [0032] 전처리부(400)는 음향 인식부(100)로부터 전달받은 음향 신호가 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호인지 여부를 판별할 수 있다.
- [0033] 즉, 음향 인식부(100)로부터 전달받은 음향 신호는 사용자의 호흡기 관련 음성뿐만 아니라 사용자의 대화 음성, 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성과 대화 음성, 및 배경 잡음 등을 포함하는 입력 음향에 대한 음향 신호이므로, 사용자의 호흡기 질환 진단을 위해서는 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호 중 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호만을 판별한 후, 판별된 호흡기 관련 음성 신호만을 이용하여 사용자의 호흡기 질환을 진단할 필요성이 있다.
- [0034] 이를 위해, 전처리부(400)는 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호에 포함된 배경 잡음 신호, 대화 음향 신호, 및 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 사용자의 호흡기 관련 음성 신호만을 판별할 수 있다.
- [0035] 한편, 전처리부(400)는 음향 신호에 포함된 배경 잡음 신호 및 대화 음향 신호로부터 호흡기 관련 음성 신호를 판별하는 제1 전처리부(예: 잡음 필터링부), 및 음향 신호에 포함된 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 사용자의 호흡기 관련 음향 신호를 판별하는 제2 전처리부(예: 화자 인식부)로 구분되어 구현될 수도 있다(즉, 전처리부는 제1 및 제2 전처리부를 포함하도록 구현될 수도 있다).
- [0036] 제1 전처리부는 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호의 캡스트럼 또는 스펙트럼을 분석하는 방법(주파수 및 신호 세기 분석), 후술할 진단 서버(20)로부터 전달받은 딥 러닝 모델을 이용하는 방법, 또는 후술하는 것과 같이 음향 인식부(100)에 의해 입력 음향이 인식된 방향을 고려하는 방법(지연-합 빔 형성 기법: Delay-and-Sum Beamforming Method) 등을 통해 음향 신호에 포함된 배경 잡음 신호 및 대화 음성 신호로부터 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다.
- [0037] 또한, 제2 전처리부는 미리 확보되어 있는 사용자의 호흡기 관련 음성 신호 샘플 데이터와 비교하는 방법, 진단

서버(20)로부터 전달받는 딥 러닝 모델을 이용하는 방법, 음향 인식부(100)에 의해 입력 음향이 인식된 방향을 고려하는 방법, 또는 후술할 모션 감지부(300)를 통한 센서 퓨전 기법을 이용하는 방법 등을 통해 음향 신호에 포함된 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다.

[0038] 위에서 언급한 것과 같이, 전처리부(400)는 음향 인식부(100)에 의해 입력 음향이 인식된 방향을 고려하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다.

[0039] 이를 위해, 음향 인식부(100)는 외부로부터의 입력 음향을 각각 인식하는 복수의 마이크로폰을 포함할 수 있다. 이에 따라, 전처리부(400)는 복수의 마이크로폰이 입력 음향을 각각 인식하여 출력하는 각 음향 신호 간의 상관 관계를 분석하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있으며, 구체적으로는 기준 범위를 벗어나는 방향으로부터의 입력 음향이 복수의 마이크로폰에 의해 각각 인식됨으로써 도달 시간 지연(TDOA: Time Delay Of Arrival) 특성이 각각 다르게 형성되는 각 음향 신호를 합산하는 지연-합 빔 형성 기법(Delay-and-Sum Beamforming Method)을 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다.

[0040] 도 4를 참조하여 구체적으로 설명하면, 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)는 사용자의 신체에 부착되는 형태로 구현될 수 있어 사용자와의 방향이 어느 정도 고정된 상황이라고 볼 수 있다. 즉, 호흡 질환 진단 장치(10) (의 음향 인식부(100))와 사용자(의 입) 간의 방향으로부터 소정의 허용 범위 이내의 범위를 기준 범위라 한다면(예: 마이크로폰과 사용자의 입을 연결하는 직선으로부터 소정의 허용 각도 이내의 범위), 도 4에 도시된 것과 같이 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성과 대화 음성, 및 배경 잡음은 기준 범위를 벗어나는 방향으로부터 복수의 마이크로폰에 의해 각각 인식되게 되어 각 마이크로폰으로의 도달 시간 차이가 발생하고, 이에 따른 도달 시간 지연 특성은 각 마이크로폰이 출력하는 각 음향 신호에 각각 다르게 형성되므로, 전처리부(400)는 각 마이크로폰이 출력하는 각 음향 신호를 합산하여 그 크기가 설정치 이상이면 해당 음향 신호는 기준 범위 내에서 사용자로부터 발화된 음성에 해당하는 것으로 판단할 수 있다. 호흡 질환 진단 장치(10)와 사용자가 움직이는 경우, 움직임에 적응하기 위해 능동 빔 형성 기법(Adaptive Beamforming Method)이 사용될 수도 있으며, 능동 빔 형성 기법 적용 시에는 각 마이크로폰에 적용된 필터를 목적함수에 맞게 조절하여 원하는 음향 신호를 수집하도록 할 수 있다.

[0041] 한편, 본 실시예는 도 2에 도시된 것과 같이 사용자의 발화 시의 모션을 감지하는 모션 감지부(300)를 더 포함할 수 있으며, 이에 따라 전처리부(400)는 모션 감지부(300)에 의해 감지되는, 사용자의 발화 시의 모션을 고려하여 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다. 여기서, 사용자의 발화 시의 모션은, 사용자의 발화 시 발성 기관의 진동 또는 신체의 움직임을 포함하는 것으로 정의한다.

[0042] 즉, 사용자가 기침과 같은 호흡기 관련 음성을 발화하는 경우 사용자의 모션은 대화 음성을 발화하는 경우 대비 상이한 특성을 갖게 되므로, 전처리부(400)는 사용자의 발화 시의 모션을 통해 사용자로부터 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출하는 방식을 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다.

[0043] 이를 위해, 모션 감지부(300)는 사용자의 발화 시 사용자의 신체의 가속도 또는 발성 기관의 진동을 감지하는 가속도 센서를 포함할 수 있으며, 이에 따라 전처리부(400)는 가속도 센서로부터 전달받은 가속도가 미리 설정된 기준값 이상인지 여부를 판단하여 사용자로부터 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출할 수 있다. 또한, 모션 감지부(300)는 발성 기관 근육의 수축 또는 이완 정도를 감지하는 근전도 센서 또는 적외선을 조사하는 적외선 센서를 포함할 수도 있으며, 이에 따라 전처리부(400)는 근전도 센서 또는 적외선 센서로부터 전달받은 센서 출력값을 분석하여 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출할 수도 있다.

[0044] 이때, 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호와 함께 모션 감지부(300)로부터의 모션 정보를 종합적으로 고려하는 센서 퓨전(Sensor Fusion) 기법을 적용하면 보다 정확하게 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다. 센서 퓨전 기법으로는 도 5에 도시된 것과 같이 신호 레벨 또는 피쳐(feature) 레벨 단계와 같은 저레벨 단계에서 음향 신호와 모션 정보를 종합하는 Early Fusion 기법, 또는 음향 신호와 모션 정보로부터 모델을 훈련하고 훈련된 모델을 통해 출력된 결과 레벨에서 음향 신호와 모션 정보를 종합하는 Late Fusion 기법이 채용될 수 있다.

[0045] 한편, 본 실시예는 도 2에 도시된 것과 같이 트리거부(200)를 더 포함할 수 있다. 트리거부(200)는 호흡 질환 진단 장치(10)가 저전력을 위한 대기 모드(stand-by mode)를 유지하는 상태에서 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호의 크기에 기초하여 호흡 질환 진단 장치(10)를 트리거링(triggering)할 수 있다.

[0046] 전술한 것과 같이 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)는 포터블 단말기 형태로 구현될 수 있어 저전력 스펙을 확보할 필요성이 있으며, 따라서 초기 설정 상태(default state)는 저전력을 위한 대기 모드(stand-by mode)로

유지되도록 설계될 수 있다. 대기 모드 상태에서 설정치 이상의 크기를 갖는 음향 신호가 음향 인식부(100)로부터 입력되면 호흡 질환 진단 장치(10)가 트리거부(200)에 의해 트리거링되는 구성을 통해 저전력 스펙을 확보할 수 있다.

[0047] 트리거링 방법으로는 하드웨어적으로 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호의 크기를 비교기(comparator)를 통해 설정치(threshold)와 비교하여 트리거링하는 방법이 적용될 수 있다. 또한, 소프트웨어적으로 슬립 모드(Sleep Mode)를 웨이크-업 모드(Wake-Up Mode)로 활성화하여 신호 레벨 체크를(Signal-Level Check) 반복 수행하는 트리거링 방법이 적용될 수 있으며, 웨이크-업 주기를 10Hz 내지 30Hz의 범위로 설정하고 신호 레벨 체크를 수행하는 경우 보다 좋은 저전력 스펙의 확보가 가능할 수 있다.

[0048] 신호 처리부(500)는 도 2에 도시된 것과 같이 특징 추출부(510) 및 진단부(530)를 포함함으로써, 사용자의 호흡기 질환을 진단하기 위해 미리 확보된 훈련 데이터를 이용하여 전처리부(400)에 의해 판별된 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다. 여기서, 훈련 데이터는 도 3에 도시된 것과 같이 성별, 연령 및 질환 종류에 따른 음향 신호 패턴을 갖도록 레이블링되어 미리 확보된 데이터를 의미한다. 훈련 데이터는 병원 내의 다양한 성별, 연령 및 질환 종류를 갖는 호흡기 질환 환자로부터 획득된 호흡기 관련 음성 신호로부터 확보될 수 있으며, 신호 처리부(500)는 이러한 훈련 데이터를 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석함으로써 사용자의 호흡기 질환을 진단할 수 있다.

[0049] 훈련 데이터를 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하기 위한 전제로서, 먼저 신호 처리부(500)의 특징 추출부(510)는 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출할 수 있다. 특징 벡터로는 음성 인식 분야에서 활용되는 MFCC(Mel-Frequency Cepstral Coefficient)가 채용될 수 있다. 도 6을 참조하여 개괄적으로 설명하면, 특징 추출부(510)는 전처리부(400)로부터 전달받은, 사용자의 호흡기 관련 음성 신호에 푸리에 변환(Fourier Transform)을 적용하여 주파수 도메인(Frequency Domain)으로 변환한 후, 주파수 도메인으로 변환된 호흡기 관련 음성 신호를 Mel-Scale Spectrum으로 변환한다. 변환된 Mel-Scale Spectrum에 로그(log)를 취한 후 DCT(Discrete Cosine Transform)를 적용하면 MFCC가 계산될 수 있다. 일반적인 경우와 같이 MFCC의 1차 미분값 및 2차 미분값을 추가적인 정보로 활용할 수도 있다. MFCC 이외에도 특징 벡터를 추출하는 알고리즘으로서 Pitch, LPC(Linear Predictive Coding), PLDA(Probabilistic Linear Discriminate Analysis) 또는 i-vector 등이 채용될 수도 있다.

[0050] 특징 벡터가 추출된 후, 신호 처리부(500)의 진단부(530)는 GMM(Gaussian Mixture Model) 알고리즘 또는 K-NN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 기반으로, 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터 및 훈련 데이터 간의 패턴 매칭을 수행하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다.

[0051] 즉, 전술한 것과 같이 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)는 사용자의 호흡기 질환을 진단하는 포터블(portable) 단말기로 구현될 수 있으며, 따라서 별도의 외부 서버(즉, 진단 서버(20)) 대비 그 연산 성능의 제한이 존재함과 동시에, 사용자의 호흡기 질환을 자체적으로 진단하여 위험에 대한 사전 경고(pre-alarm)를 사용자에게 제공할 필요성이 존재한다. 즉, 호흡 질환 진단 장치(10)의 연산량을 감소시키는 동시에 보다 신속하게 사용자의 호흡기 질환을 진단하여 위험에 대한 사전 경고를 제공할 필요성이 존재한다.

[0052] 이를 위해, 진단부(530)는 보다 연산량이 적은 GMM(Gaussian Mixture Model) 알고리즘 또는 K-NN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 기반으로 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터 및 훈련 데이터 간의 패턴 매칭을 수행하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다. GMM은 여러 개의 Gaussian 분포를 종합적으로 활용하여 하나의 Gaussian 분포로 표현하기 힘든 분포를 모델링하는 기법으로서, 신호 처리부(500)는 GMM과 같은 간단한 확률 모델을 기반으로 Maximum Likelihood Classification을 수행하여 패턴 매칭을 수행함으로써 연산량을 감소시킬 수 있다. 또한, K-NN 알고리즘은 입력값이 들어오면 기존 데이터와 가까운 K개의 neighbor를 찾고 neighbor의 클래스 중 가장 많은 클래스로 분류하는 알고리즘으로서, 기존 데이터가 많을수록 연산량이 증가하지만 데이터가 적은 환경에서는 연산량을 저감시키기 위해 활용될 수 있다. 또한, K-NN 알고리즘 적용 시 neighbor를 찾을 때 LSH(Locally Sensitive Hashing)를 활용하는 방법을 통해 연산량을 더욱 저감시킬 수도 있다.

[0053] 한편, 진단부(530)는 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터에, 훈련 데이터를 기반으로 학습된 딥 러닝 모델을 적용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수도 있다. 즉, 훈련 데이터를 기반으로 하는 딥 러닝 모델의 학습은 진단 서버(20)에서 수행하고, 학습된 딥 러닝 모델을 진단 서버(20)로부터 전달받아 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터에 적용함으로써 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수도 있다.

- [0054] 이때, 진단부(530)는, SVM(Support Vector Machine) 및 DNN(Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델, LSTM(Long Short Term Memory)에 따른 딥 러닝 모델, CLDNN(Convolutional, LSTM, Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델 중 어느 하나를 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다.
- [0055] 진단부(530)가 SVM(Support Vector Machine) 및 DNN(Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델을 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 과정을 도 7을 참조하여 설명하면, 진단부(530)는 SVM(Support Vector Machine) 및 DNN(Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델을 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터에 적용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다.
- [0056] 구체적으로, 호흡기 관련 음성 신호는 짧은 신호의 형태를 가질 수 있으며(예: 기침 소리에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호), 이러한 짧은 신호 형태의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하기 위해, SVM 및 DNN을 활용하여 각각의 프레임으로부터 추출된 특징 벡터를 일정 범위로 연결하여 증가된(augmented) 특징 벡터를 형성하고, 형성된 augmented 특징 벡터를 입력으로 하여 SVM 및 DNN에 따른 딥 러닝 모델을 훈련시킨 후, 훈련된 SVM 및 DNN에 따른 딥 러닝 모델을 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터에 적용함으로써 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다. 이때, SVM의 경우 데이터들을 구분하기 위한 hyperplane을 훈련하되, 데이터가 선형 분리가 되지 않는 경우가 많으므로 커널 함수(예: polynomial function, radial basis function)를 활용해 다른 차원으로 데이터를 매핑하는 방법이 적용될 수 있다. 또한, DNN을 활용하는 구성과 관련하여, 여러층의 hidden layer를 활용한 DNN 구조에 대하여 output layer에는 분류하고자 하는 class 개수만큼의 output node를 인가하는 방식을 통해 DNN 모델이 설계될 수 있으며, Hidden layer의 activation function으로는 주로 sigmoid function 또는 rectifier function이 사용될 수 있고, output layer에서는 softmax function을 사용하여 출력값이 확률의 형태로 도출되도록 설계될 수 있다. SVM 및 DNN에 따른 딥 러닝 모델 적용 방법은 단기적인 호흡 질환 특성(예: 기침 특성) 분석에 적합한 방법이 될 수 있다.
- [0057] 다음으로, 진단부(530)가 LSTM(Long Short Term Memory)에 따른 딥 러닝 모델을 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하는 과정을 도 8을 참조하여 설명하면, 진단부(530)는 LSTM(Long Short Term Memory)에 따른 딥 러닝 모델을 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터에 적용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다.
- [0058] 구체적으로, 전술한 SVM 및 DNN에 따른 딥 러닝 모델 적용 방법은 기침 소리에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호와 같이 짧은 신호 형태의 호흡기 관련 음성 신호에 대한 분석에 적합하지만, 기침이 연속적으로 발생하는 경우 기침의 세기 변화 및 기침 간의 간격 등 연속적인 정보를 처리하는데 어려움이 있다. 따라서, 이러한 연속적인 정보의 처리를 위해서 딥 러닝 모델 중 LSTM에 따른 딥 러닝 모델이 적용될 수 있다. LSTM은 RNN(Recurrent Neural Network)의 한 종류로서 각각의 유닛별로 state를 가지고 input gate, forget gate, output gate가 존재한다. input gate는 입력값이 얼마나 현재 state에 영향을 주는지 결정하고, forget gate는 현재 state 값을 어느 정도 유지할지를 결정하며, output gate는 현재 state를 얼마나 출력에 반영할지를 결정한다. 이러한 gate의 존재로 인해 필요하다면 gate가 닫혀 이전 정보값을 지속적으로 유지하여 장기적인 정보 전달이 가능한 구조이다. LSTM에 따른 딥 러닝 모델 적용 방법은 연속적인 입력을 효율적으로 처리하여 호흡기 관련 음성 신호의 시간적 특성 분석에 용이하게 적용될 수 있다.
- [0059] 나아가, 진단부(530)는 복수의 딥 러닝 모델이 복합된 복합 구조의 딥 러닝 모델을 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터에 적용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수도 있다. 복합 구조의 딥 러닝 모델로는 도 9에 도시된 것과 같이 CNN, DNN, LSTM을 하나의 모델에 모두 적용한 CLDNN(Convolutional, LSTM, Deep Neural Network)이 있으며, 복합 구조의 딥 러닝 모델을 적용함으로써 단일의 딥 러닝 모델을 적용하는 경우 대비 보다 나은 진단 성능을 확보할 수 있다.
- [0060] 한편, 진단부(530)가 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석하기 위해 적용하는 딥 러닝 모델은 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터 및 훈련 데이터를 기반으로 지속적으로 학습될 수 있다. 이러한 학습은 진단 서버(20)에 의해 수행될 수 있으며, 진단부(530)는 진단 서버(20)에 의해 학습된 딥 러닝 모델을 전달받아 현재 시점에서 특징 추출부(510)에 의해 추출된 특징 벡터에 적용함으로써 사용자의 호흡기 질환을 진단할 수 있다.
- [0061] 위에서는 신호 처리부(500)가 특징 추출부(510) 및 진단부(530)로 분리된 구성으로 설명하였으나, 실시예에 따라서는 신호 처리부(500)가 특징 추출부(510) 및 진단부(530)의 기능을 통합적으로 수행하는 구성으로 구현될 수도 있다.
- [0062] 이상에서 설명한 호흡 질환 진단 장치(10)는 도 10에 도시된 음향 신호 처리 블록도로 구현될 수 있으며, 즉 음

향 신호 처리를 위한 CPU(Central Processing Unit), FPU(Floating Point Unit), DSP(Digital Signal Processor) 및 FPGA(Field Programmable Gate Array) 등이 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)에 적용될 수 있다.

[0063] 한편, 위에서는 호흡 질환 진단 장치(10)의 신호 처리부(500)가 훈련 데이터를 기반으로 학습된 딥 러닝 모델을 특징 벡터에 적용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석함으로써 사용자의 호흡기 질환을 진단하는 구성으로 설명하였으나, 실시예에 따라서는 호흡 질환 진단 장치(10)와 진단 서버(20)가 사용자의 호흡기 질환 진단 기능을 상호 연계하여 수행함으로써 그 연산량을 최적화시키고 호흡기 질환 진단 성능을 향상시키는 실시예로 구현될 수도 있다. 호흡 질환 진단 장치(10)와 진단 서버(20)가 호흡기 질환 진단 기능을 상호 연계하여 수행하는 방식으로는, 호흡 질환 진단 장치(10)가 GMM(Gaussian Mixture Model) 알고리즘 또는 K-NN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 기반으로 사용자의 호흡기 질환을 1차 기본 진단하고, 진단 서버(20)가 전술한 딥 러닝 모델을 적용하여 사용자의 호흡기 질환을 2차 상세 진단하는 방식, 또는 진단 서버(20)에서 딥 러닝 모델에 대한 깊이 있는 학습(예: 필터뱅크의 시뮬레이션 및 딥 러닝 모델에 대한 학습 수행)을 통해 딥 러닝 모델에 적용되는 파라미터 및 가중치(wieght factor)를 계산하고 호흡 질환 진단 장치(10)로 전송하여 호흡 질환 진단 장치(10)의 딥 러닝 모델이 갱신되는 방식 등 다양한 방식이 적용될 수 있다. 또한, 본 실시예의 호흡 질환 진단 장치(10)가 사용자의 호흡기 관련 음성 신호의 특징 벡터를 추출하여 진단 서버(20)로 전송하는 기능을 수행하고, 진단 서버(20)가 수신한 특징 벡터에 딥 러닝 모델을 적용하여 사용자의 호흡기 질환을 진단하여 그 진단 결과를 호흡 질환 진단 장치(10)로 전송한 후, 호흡 질환 진단 장치(10)가 수신한 진단 결과를 사용자에게 출력하는 실시예로 구현될 수도 있다.

[0064] 통신부(600)는 호흡 질환 진단 장치(10) 및 진단 서버(20) 간의 정보 송수신을 위한 통신 인터페이스로 기능할 수 있으며, 즉 원신호(음향 인식부(100)가 제공하는 음향 신호, 또는 전처리부(400)에 의해 판별된 호흡기 관련 음성 신호)의 송수신을 위한 통신 인터페이스, 딥 러닝 모델의 파라미터 및 가중치의 송수신을 위한 통신 인터페이스, 사용자의 호흡기 질환에 대한 호흡 질환 진단 장치(10)의 1차 기본 진단 결과와 진단 서버(20)의 2차 상세 진단 결과의 송수신을 위한 통신 인터페이스, 기타 의료 정보 및 응급 상황에 대한 알림 정보 송수신을 위한 통신 인터페이스로 기능할 수 있다.

[0065] 도 11은 본 실시예에 따른 호흡 질환 진단 장치에 적용되는 특징을 도식화한 예시도로서, 도 11에 도시된 것과 같이 본 실시예는 외부로부터의 입력 음향을 인식하여 사용자의 호흡기 관련 음성만을 판별하고 사용자의 호흡기 질환을 진단하는 전체적인 프로세스 상에서 지연-합 빔 형성 기법, 센서 퓨전 기법, Mel Filterbank, CNN 및 LSTM DNN 등의 딥 러닝 알고리즘 등이 적용됨으로써, 사용자의 호흡기 질환을 보다 정밀하게 진단할 수 있다.

[0066] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0067] 도 12를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 질환 진단 방법을 설명하면, 먼저 음향 인식부(100)는 외부로부터의 입력 음향을 인식하여 음향 신호를 제공한다(S100). 외부로부터의 입력 음향은 사용자의 호흡기 관련 음성(기침, 쌕쌕거림(wheeze) 또는 재채기 등, 폐 또는 구강 등의 진동도 호흡기 관련 음성의 주파수로서 반영된다)과 대화 음성, 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성과 대화 음성, 및 배경 잡음 등의 모든 음향을 포함할 수 있다. 또한, 음향 인식부(100)는 지연-합 빔 형성 기법 적용을 위해 복수의 마이크로폰을 포함할 수도 있다.

[0068] 이어서, 트리거부(200)는 호흡 질환 진단 장치(10)가 저전력을 위한 대기 모드(stand-by mode)를 유지하는 상태에서 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호의 크기에 기초하여 호흡 질환 진단 장치(10)를 트리거링(triggering)한다(S200). 트리거링 방법으로는 음향 인식부(100)로부터의 음향 신호의 크기를 비교기(comparator)를 통해 설정치(threshold)와 비교하여 트리거링하는 하드웨어적인 방법과, 슬립 모드(Sleep Mode)를 웨이크-업 모드(Wake-Up Mode)로 활성화하여 신호 레벨 체크를(Signal-Level Check) 반복 수행하는 소프트웨어적인 방법이 적용될 수 있다.

[0069] 이어서, 전처리부(400)는 음향 인식부(100)로부터 전달받은 음향 신호가 사용자의 호흡기 관련 음성에 해당하는 호흡기 관련 음성 신호인지 여부를 판별한다(S400). 즉, S400 단계에서 전처리부(400)는 음향 신호에 포함된 배경 잡음 신호, 대화 음성 신호 및 사용자 이외의 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별한다.

[0070] S400 단계에서 전처리부(400)는 음향 인식부(100)에 의해 입력 음향이 인식된 방향을 고려하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있고, 구체적으로는 음향 인식부(100)에 포함된 복수의 마이크로폰이 외부로부터의

입력 음향을 각각 인식하여 출력하는 각 음향 신호 간의 상관관계를 분석하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다. 이때, 전처리부(400)는 기준 범위를 벗어나는 방향으로부터의 입력 음향이 복수의 마이크로폰에 의해 각각 인식됨으로써 도달 시간 지연(TDOA: Time Delay Of Arrival) 특성이 각각 다르게 형성되는 각 음향 신호를 합산하는 지연-합 빔 형성 기법(Delay-and-Sum Beamforming Method)을 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다.

[0071] 한편, 본 실시예는 도 12에 도시된 것과 같이 모션 감지부(300)가 사용자의 발화 시의 모션을 감지하는 S300 단계를 더 포함할 수 있다. 이에 따라 S400 단계에서 전처리부(400)는 모션 감지부(300)에 의해 감지되는, 사용자의 발화 시의 모션을 고려하여 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수도 있으며, 구체적으로는 사용자의 발화 시의 모션을 통해 사용자로부터 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출하는 방식을 이용하여 타인의 호흡기 관련 음성 신호로부터 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 판별할 수 있다. 이를 위해, 모션 감지부(300)는 사용자의 발화 시 사용자의 신체의 가속도 또는 발성 기관의 진동을 감지하는 가속도 센서를 포함할 수 있으며, 이에 따라 S400 단계에서 전처리부(400)는 가속도 센서로부터 전달받은 가속도가 미리 설정된 기준값 이상인지 여부를 판단하여 사용자로부터 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출할 수 있다. 또한, 모션 감지부(300)는 발성 기관 근육의 수축 또는 이완 정도를 감지하는 근전도 센서 또는 적외선을 조사하는 적외선 센서를 포함할 수도 있으며, 이에 따라 S400 단계에서 전처리부(400)는 근전도 센서 또는 적외선 센서로부터 전달받은 센서 출력값을 분석하여 호흡기 관련 음성이 발화된 시점을 검출할 수도 있다.

[0072] 이어서, 신호 처리부(500)는 사용자의 호흡기 질환을 진단하기 위해 미리 확보된 훈련 데이터를 이용하여 전처리부(400)에 의해 판별된 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석한다(S500).

[0073] S500 단계에서, 신호 처리부(500)는 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, GMM(Gaussian Mixture Model) 알고리즘 또는 K-NN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 기반으로, 추출된 특징 벡터 및 훈련 데이터 간의 패턴 매칭을 수행하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있다.

[0074] 또한, S500 단계에서, 신호 처리부(500)는 사용자의 호흡기 관련 음성 신호로부터 특징 벡터(Feature Vector)를 추출하고, 추출된 특징 벡터에 훈련 데이터를 기반으로 학습된 딥 러닝 모델을 적용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수도 있다. 신호 처리부(500)는 SVM(Support Vector Machine) 및 DNN(Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델, LSTM(Long Short Term Memory)에 따른 딥 러닝 모델, CLDNN(Convolutional, LSTM, Deep Neural Network)에 따른 딥 러닝 모델 중 어느 하나를 이용하여 사용자의 호흡기 관련 음성 신호를 분석할 수 있으며, S500 단계에서 적용되는 딥 러닝 모델은 추출된 특징 벡터 및 훈련 데이터를 기반으로 지속적으로 학습될 수 있다.

[0075] 이와 같이 본 실시예는 개인의 라이프 사이클 전 주기에 대하여 호흡기 질환을 모니터링하여 호흡기 질환을 분석함으로써 호흡기 질환의 조기 진단이 가능하여 그에 따라 중증으로의 악화를 사전에 예방할 수 있으며, 호흡기 질환에 대한 모니터링 과정에서 획득되는 개인의 호흡기 관련 음성 데이터를 이용하여 호흡기 질환을 분석하기 위한 분류 모델을 반복적으로 학습해가는 과정을 통해 개인의 호흡기 질환에 대한 보다 정확하고 체계적인 분석이 가능하도록 할 수 있다.

[0076] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0077] 10: 호흡 질환 진단 장치
- 20: 진단 서버
- 100: 음향 인식부
- 200: 트리거부
- 300: 모션 감지부
- 400: 전처리부
- 500: 신호 처리부

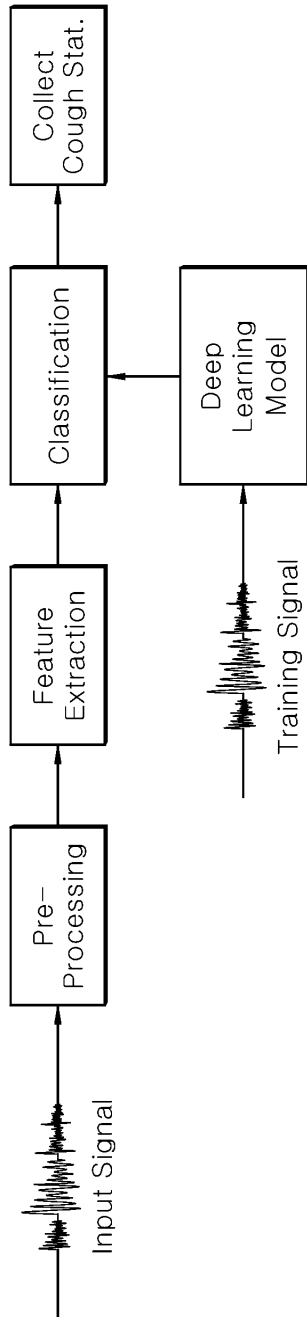
510: 특징 추출부

530: 진단부

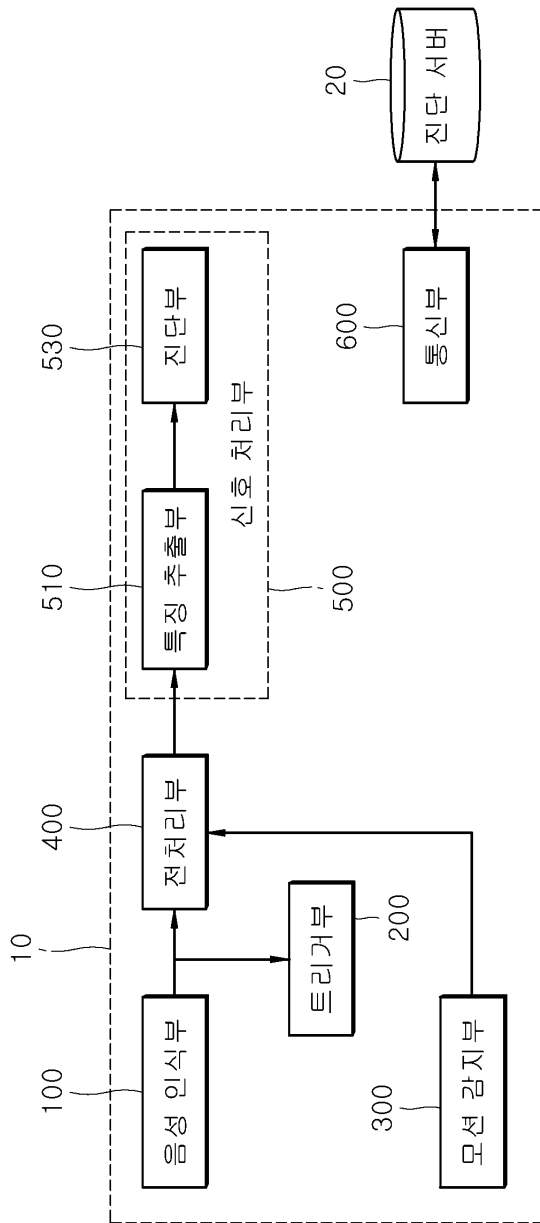
600: 통신부

도면

도면1



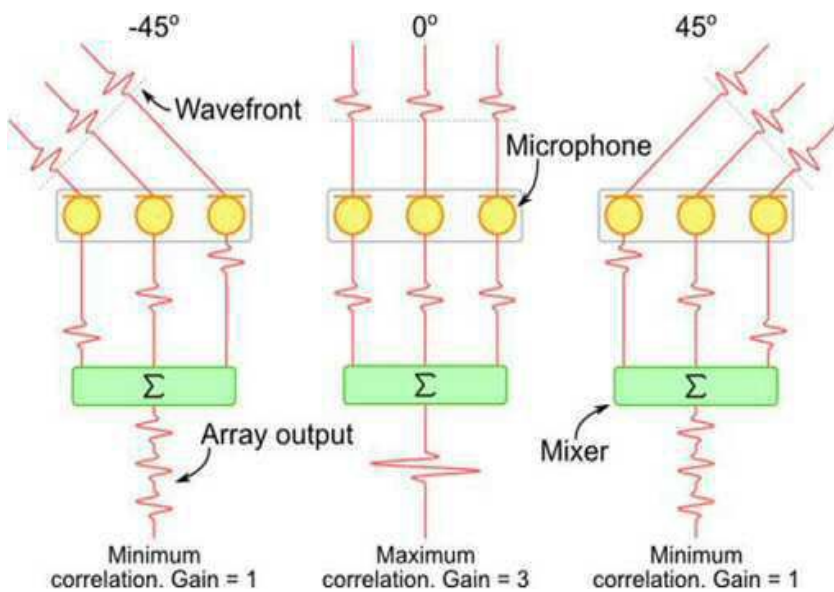
도면2



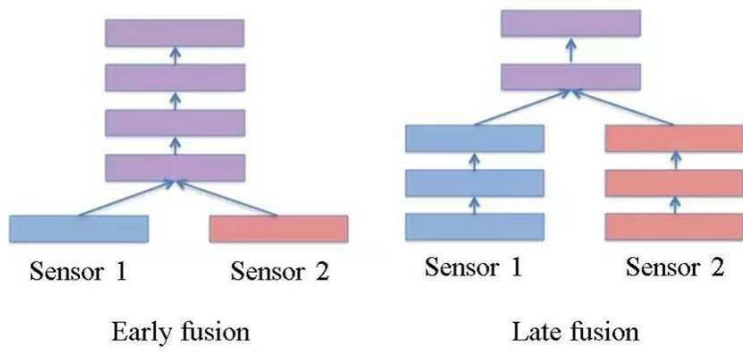
도면3

번호	입력 파형	성별	나이	종류
1		Male	25	Cough, Exhale
2		Male	25	Dry Cough, Double
3		Male	50	Cough and Clear Throat
4		Male	12	Single Cough
5		Female	15	Cough and Wheeze
6		Female	30	Cough, Sick, Phlegmy, Mouth Closed, Constant exaggerated raspy
7		Female	46	Coughing, ill
8		Male	35	Coughing Feebly
9		Male	6	Cough
10		Female	13	Explosive phlegmy cough

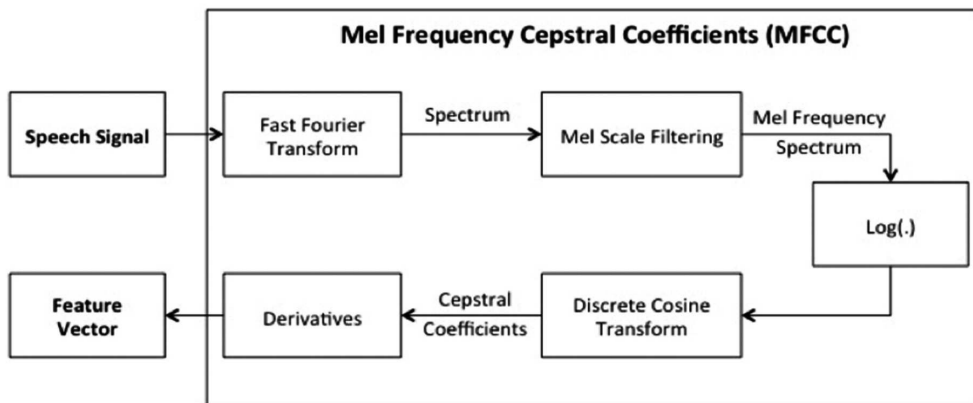
도면4



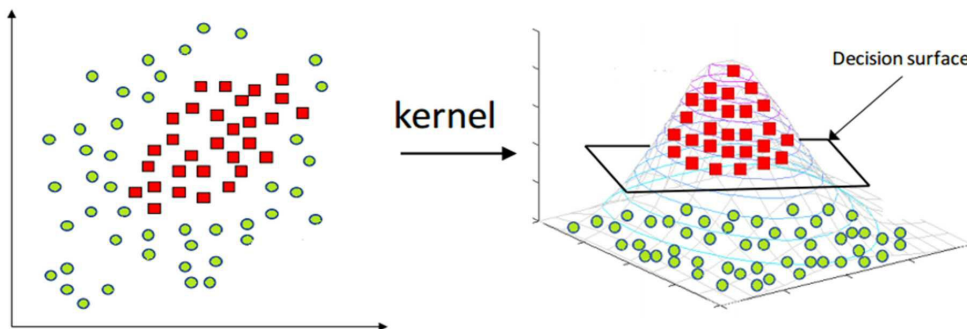
도면5



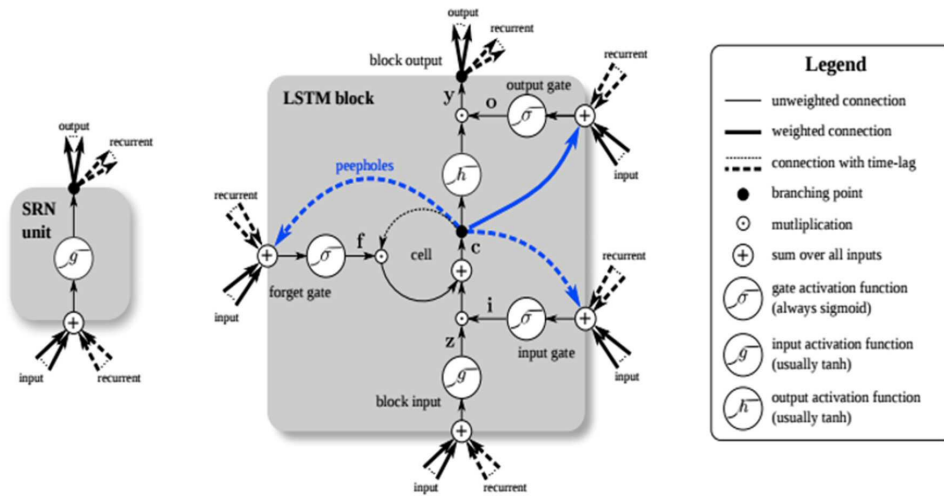
도면6



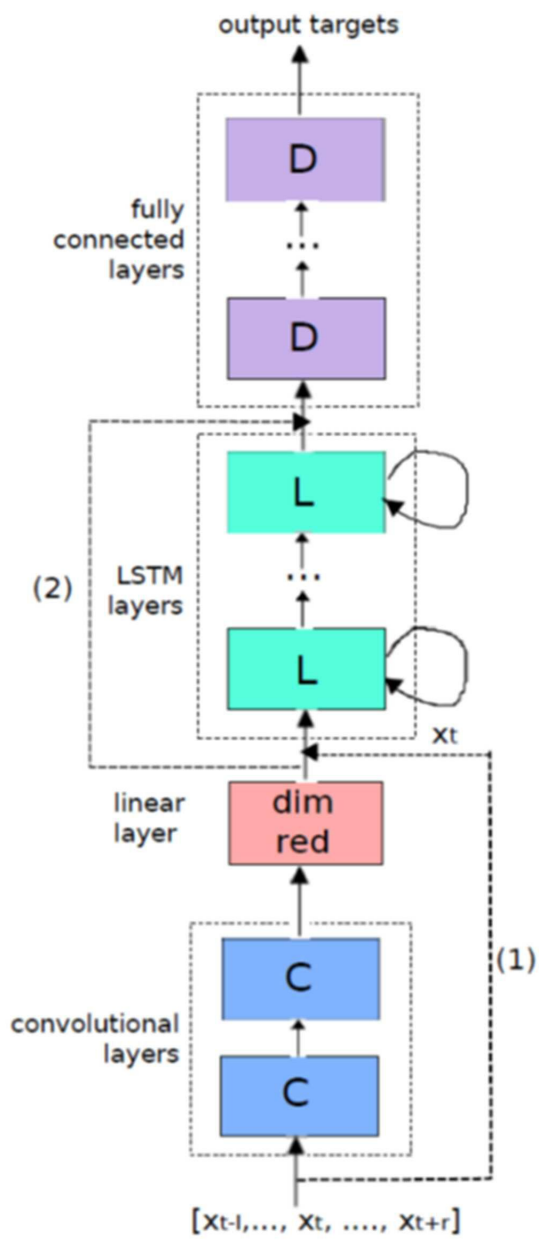
도면7



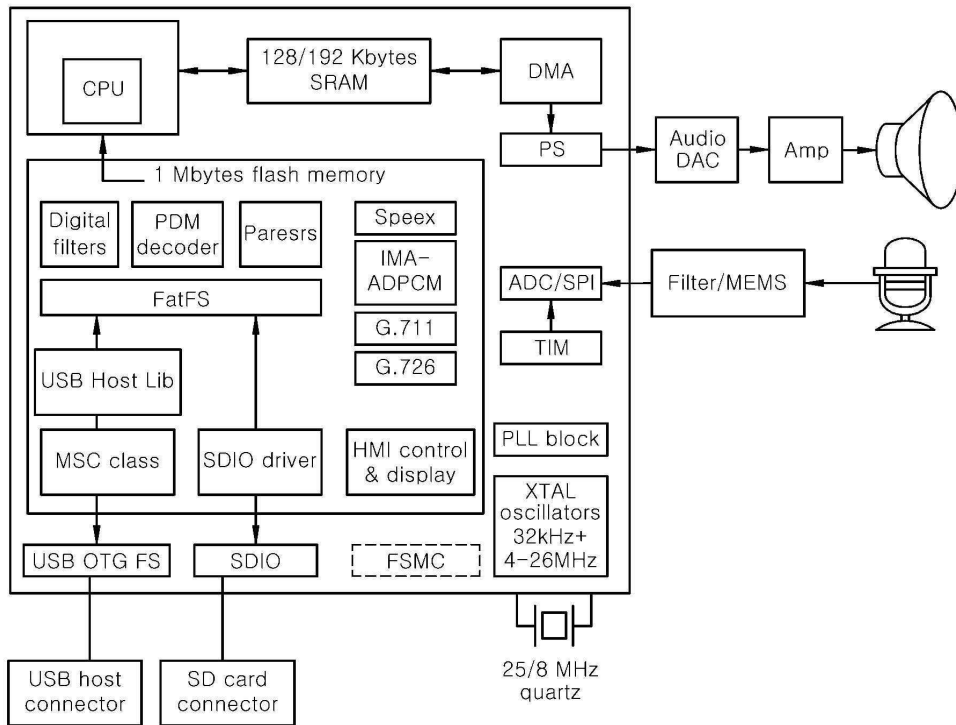
도면8



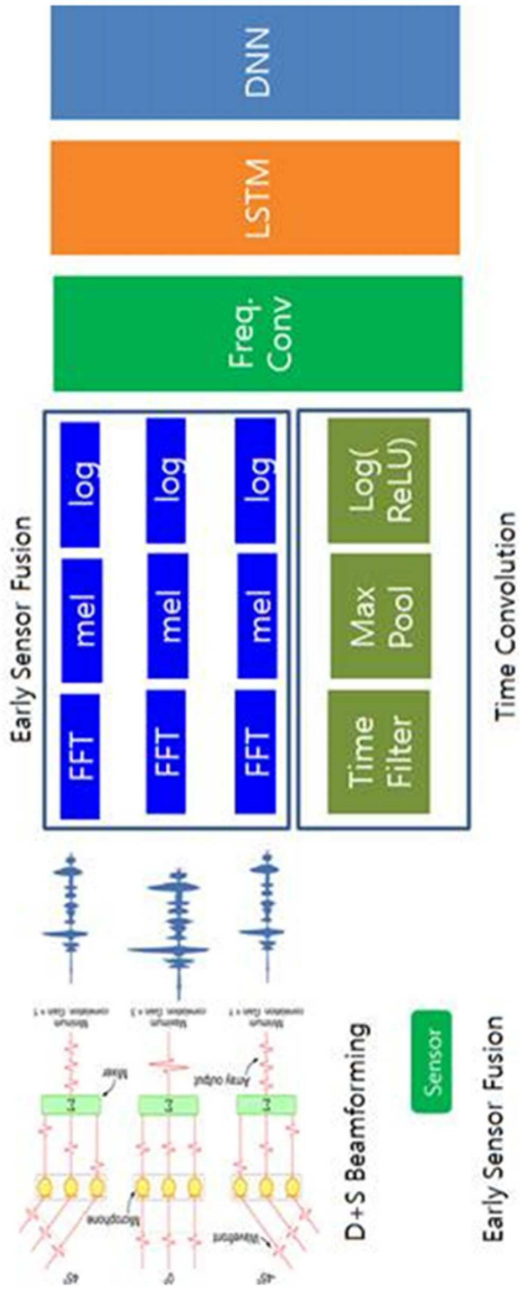
도면9



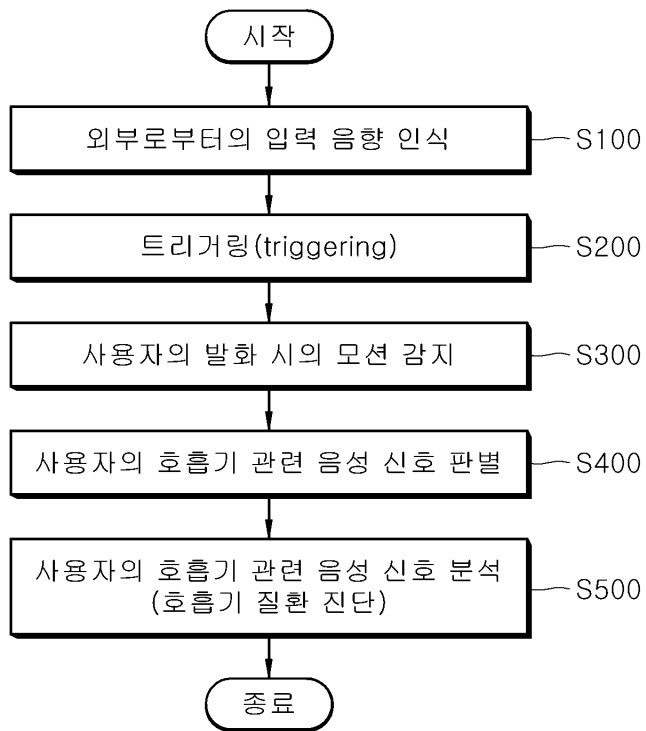
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	呼吸系统疾病诊断装置及呼吸系统疾病监测方法		
公开(公告)号	KR1020190113390A	公开(公告)日	2019-10-08
申请号	KR1020180036013	申请日	2018-03-28
申请(专利权)人(译)	呵桑医疗保健有限公司		
[标]发明人	김근영		
发明人	김근영		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/4803 A61B5/11 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7264 A61B5/00		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

呼吸系统疾病诊断装置以及呼吸系统疾病监视方法技术领域本发明涉及呼吸系统疾病诊断装置以及呼吸系统疾病监视方法。呼吸疾病诊断装置包括：声音识别单元，其从外部识别输入的声音并提供声音信号；以及预处理单元确定从声音识别单元接收的声音信号是否是用户的呼吸器官有关的呼吸声音信号；信号处理单元通过使用预先确保用于诊断用户的呼吸系统疾病的训练数据来分析由预处理单元确定的与用户的呼吸器官有关的声音信号。

