



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0068033
(43) 공개일자 2024년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 7/00 (2006.01) A61B 7/02 (2006.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 7/003 (2013.01)
A61B 7/023 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2023-0022834
(22) 출원일자 2023년02월21일
심사청구일자 2023년02월21일
(30) 우선권주장
1020220147680 2022년11월08일 대한민국(KR)

(71) 출원인
재단법인 아산사회복지재단
서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
김성훈
서울시 송파구 풍납동 올림픽로69길
강규민
서울시 송파구 풍성로25다길 26 302호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인비엘티

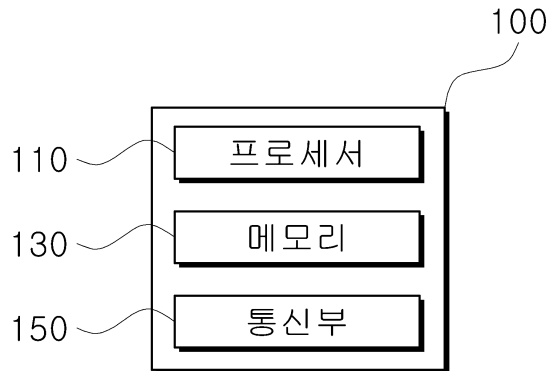
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치 및 그 방법

(57) 요약

폐음을 이용한 폐기능 검사 장치 및 그 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 폐기능 검사 장치는, 통신부; 및 통신부를 통해 수신한 원본 청진음 데이터를 기초로 폐기능 모니터링을 수행할 수 있도록 하기 위한 프로세서;를 포함하고, 프로세서는, 원본 청진음 데이터를 획득하고, 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성하고, 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성하고, 및 생성된 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득하는 것을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G16H 50/20 (2018.01)

(72) 발명자

박성용

서울시 송파구 강동대로 61-10, 4층

서우영

서울시 송파구 위례성대로 2길8, 1213호

김현석

서울시 성북구 삼양로9길 18, 3층

최정훈

서울시 송파구 강동대로 61-10

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

1465035636

과제번호

HR20C0026010022

부처명

보건복지부

과제관리(전문)기관명

한국보건산업진흥원

연구사업명

연구중심병원 육성 R&D

연구과제명

고위험 환자 최적진료를 위한 차세대 융합 케어기술 개발 및 사업화

기 여 율

80/100

과제수행기관명

서울아산병원

연구기간

2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

1711152660

과제번호

2021-0-00393-002

부처명

과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명

정보통신기획평가원

연구사업명

정보보호핵심원천기술개발(정진기금)

연구과제명

(세부2) 영상 등 멀티미디어 데이터의 온전한 AI 학습/활용을 보장하는 복원불가형

개인식별정보 익명처리 핵심기술 개발

기 여 율

20/100

과제수행기관명

(주)딥핑소스

연구기간

2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

통신부; 및

상기 통신부를 통해 수신한 원본 청진음 데이터를 기초로 폐기능 모니터링을 수행할 수 있도록 하기 위한 프로세서; 를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 원본 청진음 데이터를 획득하고,

상기 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성하고,

상기 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성하고, 및

생성된 상기 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득하는, 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

획득된 상기 원본 청진음 데이터에 주파수 대역 필터를 적용하여 상기 폐음 데이터를 생성하는, 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 폐음 데이터의 그래프를 생성할 때,

상기 폐음 데이터로부터 제1 폐음 신호 포락선을 산출하고,

상기 제1 폐음 신호 포락선으로부터 시간 구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 산출하고,

상기 제2 폐음 신호 포락선으로부터 곡선의 첨두치를 검출하고,

상기 검출된 곡선의 첨두치 사이의 거리로부터 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍을 도출하고, 도출된 흡기-호기 곡선 쌍의 첨두치를 기준으로 1회 흡기-호기 구간을 설정하고, 및

복수 개의 1회 흡기-호기 구간 신호를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬하고 1회 흡기-호기 구간 신호의 양상블 평균 곡선을 산출하는, 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 1회 흡기-호기 구간 신호의 양상블 평균 곡선으로부터 폐기능 판별을 위한 지표를 도출하는, 폐음을 이용

한 폐기능 검사 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프로세서는,

흡기-호기 곡선의 첨두치 비율, 흡기-호기 곡선의 면적 비율, Full width50 ratio, Full width75 ratio, Inhale exhale RMSSD ratio, Inhale exhale SD, Inhale Skwness, Exhale Skwness, Inghale Kurtosis, Exhale Kurtosis 및 이들의 조합 중 적어도 하나 이상을 포함하는 상기 폐기능 판별을 위한 지표를 생성하는, 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치.

청구항 6

폐기능 검사 장치에 의해 수행되는 방법에 있어서,

상기 원본 청진음 데이터를 획득하는 단계;

상기 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성하는 단계;

상기 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성하는 단계; 및

생성된 상기 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득하는 단계; 를 포함하는, 폐음을 이용한 폐기능 검사 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 폐음 데이터를 생성하는 단계에서,

획득된 상기 원본 청진음 데이터에 주파수 대역 필터를 적용하여 상기 폐음 데이터를 생성하는, 폐음을 이용한 폐기능 검사 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 폐음 데이터의 그래프를 생성하는 단계는,

상기 폐음 데이터로부터 제1 폐음 신호 포락선을 산출하는 단계;

상기 제1 폐음 신호 포락선으로부터 시간 구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 산출하는 단계;

상기 제2 폐음 신호 포락선으로부터 곡선의 첨두치를 검출하는 단계;

상기 검출된 곡선의 첨두치 사이의 거리로부터 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍을 도출하고, 도출된 흡기-호기 곡선 쌍의 첨두치를 기준으로 1회 흡기-호기 구간을 설정하는 단계; 및

복수 개의 1회 흡기-호기 구간 신호를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬하고 1회 흡기-호기 구간 신호의 양상별 평균 곡선을 산출하는 단계; 를 포함하는, 폐음을 이용한 폐기능 검사 방법.

청구항 9

컴퓨터 판독가능 저장 매체 저장된 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 프로세서에서 실행되는 경우, 폐기능 검사 방법을 수행하기 위한 이하의 동작들을 수행하도록 하며, 상기 동작들은:

상기 원본 청진음 데이터를 획득하는 동작;

상기 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성하는 동작;

상기 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성하는 동작; 및

생성된 상기 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득하는 동작을 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 10

컴퓨터와 결합되어, 제7항 및 제8항 중 어느 한 항의 폐기능 검사 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 폐음을 이용한 폐기능 검사방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 개시는 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적인 폐음 청진을 통한 임상 양상의 판별은 대개 호흡잡음의 감별을 통해 시행된다. 상기 호흡잡음은 임상 양상에 따라 기관음(tracheal sound), 폐음(lung sound), 기관지 호흡음(bronchial breathing), 협착음(stridor), 천명음(wheeze), 건성 수포음(rhonchus), 미세 수포음(fine crackle), 거친 수포음(Coarse crackle), 흉막 마찰음(Pleural friction rub), 흡기성 천명음(Squawk) 등으로 구분될 수 있다.

[0003] 상술한 호흡잡음들은 천식, 폐쇄성 폐질환, 폐렴 등의 폐기능 이상 및 폐질환에서 특징적으로 나타날 수 있다.

[0004] 폐음 청진은 긴 역사를 가진 폐기능 검사법의 하나이나, 의사의 주관적인 호흡 및 폐잡음의 구분에 따른 정성적인 평가에만 국한되어 활용되어 왔다.

[0005] 한편, 디지털 청진기의 발달과 폐음에 대한 이해의 증진으로 폐음 청진의 활용이 다시 증가하고 있는 추세이나 여전히 폐음 청진을 이용한 폐기능의 정량적 검사 방법은 제시되지 못하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1727367호 (2017.04.10)

(특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-2350062호 (2022.01.06)

(특허문헌 0003) 등록특허공보 제10-2092543호 (2020.03.18)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 개시에 개시된 실시예는 폐음 신호를 기초로 폐기능 상태를 파악할 수 있도록 정량화된 폐기능 판별 지표를 제공하기 위한 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 본 개시가 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시에 일 측면에 따른 폐음을 이용한 폐기능 검사 장치는, 통신부; 및 상기 통신부를 통해 수신한 원본 청진음 데이터를 기초로 폐기능 모니터링을 수행할 수 있도록 하기 위한 프로세서; 를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 원본 청진음 데이터를 획득하고, 상기 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성하고, 상기 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성하고, 및 생성된 상기 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득할 수 있다.
- [0010] 상기 프로세서는, 획득된 상기 원본 청진음 데이터에 주파수 대역 필터를 적용하여 상기 폐음 데이터를 생성할 수 있다.
- [0011] 상기 프로세서는, 상기 폐음 데이터의 그래프를 생성할 때, 상기 폐음 데이터로부터 제1 폐음 신호 포락선을 산출하고, 상기 제1 폐음 신호 포락선으로부터 시간 구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 산출하고, 상기 제2 폐음 신호 포락선으로부터 곡선의 첨두치를 검출하고, 상기 검출된 곡선의 첨두치 사이의 거리로부터 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍을 도출하고, 도출된 흡기-호기 곡선 쌍의 첨두치를 기준으로 1회 흡기-호기 구간을 설정하고, 및 복수 개의 1회 흡기-호기 구간 신호를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬하고 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선을 산출할 수 있다.
- [0012] 상기 프로세서는, 상기 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선으로부터 폐기능 판별을 위한 지표를 도출할 수 있다.
- [0013] 상기 프로세서는, 흡기-호기 곡선의 첨두치 비율, 흡기-호기 곡선의 면적 비율, Full width50 ratio, Full width75 ratio, Inhale exhale RMSSD ratio, Inhale exhale SD, Inhale Skwness, Exhale Skwness, Inghale Kurtosis, Exhale Kurtosis 및 이들의 조합 중 적어도 하나 이상을 포함하는 상기 폐기능 판별을 위한 지표를 생성할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 개시의 다른 측면에 따른 폐음을 이용한 폐기능 검사 방법은, 폐기능 검사 장치에 의해 수행되는 방법에 있어서, 상기 원본 청진음 데이터를 획득하는 단계; 상기 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성하는 단계; 상기 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성하는 단계; 및 생성된 상기 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 폐음을 이용한 폐기능 검사 방법은 상기 폐음 데이터를 생성하는 단계에서, 획득된 상기 원본 청진음 데이터에 주파수 대역 필터를 적용하여 상기 폐음 데이터를 생성할 수 있다.
- [0016] 상기 폐음 데이터의 그래프를 생성하는 단계는, 상기 폐음 데이터로부터 제1 폐음 신호 포락선을 산출하는 단계; 상기 제1 폐음 신호 포락선으로부터 시간 구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 산출하는 단계; 상기 제2 폐음 신호 포락선으로부터 곡선의 첨두치를 검출하는 단계; 상기 검출된 곡선의 첨두치 사이의 거리로부터 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍을 도출하고, 도출된 흡기-호기 곡선 쌍의 첨두치를 기준으로 1회 흡기-호기 구간을 설정하는 단계; 및 복수 개의 1회 흡기-호기 구간 신호를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬하고 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선을 산출하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0017] 이 외에도, 본 개시를 구현하기 위한 실행하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램이 더 제공될 수 있다.
- [0018] 이 외에도, 본 개시를 구현하기 위한 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 개시의 기술한 과제 해결 수단에 의하면, 환자의 질병에 관계없이 모든 환자의 수술 중 폐음을 기초한 폐기능 변화를 모니터링할 수 있다는 효과를 제공한다.
- [0020] 또한, 본 개시는 폐음 데이터를 기반으로 일반 폐기능 검사(PFT)와 동일하게 정상, 폐쇄성 및 제한성 여부를 검사하거나, 수술 중 폐기능 변화를 모니터링할 수 있다는 효과를 제공한다.
- [0021] 또한, 본 개시는 폐음을 이용하여 정확도와 신뢰도가 향상된 폐기능의 검사용 지표의 도출이 가능하고, 이를 수술 전 폐기능 검사 및 수술 후 합병증 원인 감별 등에 활용할 수 있다는 효과를 제공한다.

[0022] 본 개시의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 개시의 폐기능 검사 장치의 구성을 나타내는 블록도
 도 2 내지 도 11은 본 개시의 폐기능 검사 방법을 설명하기 위한 예시도
 도 12는 본 개시의 폐기능 검사 방법을 설명하기 위한 흐름도
 도 13은 도 12를 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 개시 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 개시가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 개시가 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.

[0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.

[0026] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0027] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0028] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0029] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0030] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.

[0031] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 개시의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.

[0032] 본 명세서에서 '본 개시에 따른 폐기능 검사 장치'는 연산처리를 수행하여 사용자에게 결과를 제공할 수 있는 다양한 장치들이 모두 포함된다. 예를 들어, 본 개시에 따른 폐기능 검사 장치는, 컴퓨터, 서버 장치 및 휴대용 단말기를 모두 포함하거나, 또는 어느 하나의 형태가 될 수 있다.

[0033] 여기에서, 상기 컴퓨터는 예를 들어, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 노트북, 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop), 태블릿 PC, 슬레이트 PC 등을 포함할 수 있다.

[0034] 상기 서버 장치는 외부 장치와 통신을 수행하여 정보를 처리하는 서버로써, 애플리케이션 서버, 컴퓨팅 서버, 데이터베이스 서버, 파일 서버, 게임 서버, 메일 서버, 프록시 서버 및 웹 서버 등을 포함할 수 있다.

[0035] 상기 휴대용 단말기는 예를 들어, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), WiBro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트폰(Smart Phone) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치와 시계, 반지, 팔찌, 발찌, 목걸이, 안경, 콘택트 렌즈, 또는 머리 착용형 장치(head-mounted-device, HMD) 등과 같은 웨어러블 장치를 포함할 수 있다.

[0036] 본 개시에서 "폐음"은 청진기를 통해 취득한 환자의 청진음을 주파수 대역필터를 통과하여 도출한 데이터를 의

미할 수 있다. 예를 들어, 폐음 데이터는 원본 청진음 데이터를 특정 주파수 대역필터를 통과하여 도출한 파형(waveform) 신호 데이터를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0037] 본 개시에서 "폐음 신호 포락선"은 힐베르트 변환을 통해 도출한 폐음 신호의 포락선을 의미할 수 있다.
- [0038] 본 개시에서 "보정된 폐음 신호 포락선"은 폐음 신호 포락선에 시간구간 이동평균 필터를 적용하여 도출한 곡선을 의미할 수 있다.
- [0039] 본 개시에서 "양상블 평균 곡선"은 복수 개의 1회 흡기-호기 구간 신호를 정렬하여 평균한 곡선을 의미할 수 있다.
- [0040] 도 1은 본 개시의 폐기능 검사 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0041] 이하에서는, 본 개시의 폐기능 검사 방법을 설명하기 위한 예시도인 도 2 내지 도 11을 참고하여 설명하기로 한다.
- [0042] 도 1을 참고하면, 폐기능 검사 장치(100)는 프로세서(110), 메모리(130) 및 통신부(150)를 포함한다. 도 1에 도시된 구성요소들은 본 개시에 따른 폐기능 검사 장치(100)를 구현하는데 있어서 필수적인 것은 아니어서, 본 명세서 상에서 설명되는 폐기능 검사 장치(100)는 위에서 열거된 구성요소들 보다 많거나, 또는 적은 구성요소들을 가질 수 있다.
- [0043] 프로세서(110)는 통신부(150)를 통해 수신한 원본 청진음 데이터를 기초로 폐기능 모니터링을 수행할 수 있도록 하기 위한 구성일 수 있다.
- [0044] 프로세서(110)는 흡기-호기 피크 높이 비율을 기반으로 환자의 폐상태를 수술중에 모니터링 할 수 있도록 할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(110)는 정상대비 폐쇄성 환자 및 제한성 환자의 폐음으로부터 발생하는 차이를 파악하고, 이를 폐기능 판별 지표로 도출할 수 있다.
- [0045] 일 예로, 프로세서(110)는 식도 청진기를 이용하여 획득한 원본 청진음 데이터(폐음 신호)로부터 흡기-호기 곡선의 포락선을 도출한 후 흡기와 호기 곡선의 피크 높이 및 면적 등을 이용하여 폐기능 정량화를 통해 폐기능 판별 지표를 도출할 수 있다.
- [0046] 구체적으로, 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터를 획득할 수 있다. 이때, 원본 청진음 데이터는 청진기를 이용하여 취득한 환자의 청진음으로, 본 개시에서는 폐음을 의미할 수 있다.
- [0047] 호흡잡음을 감별하기 위해 청진기를 이용하여 폐음 청진을 진행할 수 있는 것이다. 이때, 호흡잡음은 들숨과 날숨의 크기와 폭에 따라 특징적인 소리 파형을 가지고 있기 때문에 폐기능 검사환경에서 환자의 폐기능의 차이를 감별하는데 활용될 수 있다. 식도 청진기는 외과 수술환자의 마취중 체온 및 심폐음 청취를 위해 식도를 통해 삽입되는 수술도구로, 마이크에 연결되어 환자의 심음 및 폐음의 녹음이 가능할 수 있다. 이에 본 개시에서는 식도 청진기를 통해 녹음된 원본 청진음 데이터(폐음)를 획득할 수 있다. 이때, 청진기는 식도 청진기에 한정되지 않고, 폐음을 획득할 수 있는 다른 장치로 변경될 수 있음은 당연하다 할 것이다.
- [0048] 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성할 수 있다.
- [0049] 구체적으로, 프로세서(110)는 획득된 원본 청진음 데이터에 주파수 대역 필터를 적용하여 폐음 데이터를 생성할 수 있다. 즉, 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터를 주파수 대역 필터에 통과시켜 폐음 데이터를 도출할 수 있는 것이다.
- [0050] 프로세서(110)는 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성하고, 생성된 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득할 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 프로세서(110)는 폐음 데이터로부터 제1 폐음 신호 포락선을 산출할 수 있다. 이때, 프로세서(110)는 폐음 데이터를 힐베르트 변환(Hilbert Transform)을 이용하여 해석함수로 변환한 후 제1 폐음 신호 포락선을 산출할 수 있다.
- [0052] 프로세서(110)는 제1 폐음 신호 포락선으로부터 시간 구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 산출할 수 있다.
- [0053] 상기 제2 폐음 신호 포락선은 제1 폐음 신호 포락선에서 이동평균 필터를 적용한 것일 수 있다. 이때, 설정된 시간 구간은 0.3 초일 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.

- [0054] 한편, 도 2는 폐기능 검사 방법을 설명하기 위한 것으로서, 노력폐활량(FVC), 1초 노력호기량(FEV1) 및 1초 노력호기량과 노력 폐활량의 비율(FEV1/FVC)을 기초로 제한성, 정상, 폐쇄성 폐기능 환자를 구분하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0055] 도 2를 참고하면, 프로세서(110)는 수학적 식 1을 기초로 사용자(환자)의 정상, 제한 환기장애, 폐쇄 환기장애, 혼합 환기장애 또는 폐쇄 환기장애를 파악할 수 있다.
- [0056] (수학적 식 1)
- [0057] $FEV1/FVC \geq 70\% (0.7)*$
- [0058] 상기 FEV1은 1초 노력호기량을 의미하는 것으로, 첫 1초간 얼마나 빨리 숨을 내쉴 수 있는지를 확인하기 위한 지표일 수 있다.
- [0059] 상기 FVC(forced vital capacity)는 노력폐활량을 의미하는 것으로, 최대로 숨을 들이쉴 다음, 최대 노력으로 끝까지 내쉬었을 때 공기량일 수 있다.
- [0060] 상기 FEV1/FVC 비율은 기관지 폐쇄 유무를 확인하는 지표로 1초 노력호기량과 노력 폐활량의 비율을 의미하는 것으로, 0.7 이하인 경우 숨을 내쉬는데 장애, 즉, 기도폐쇄가 있음을 의미할 수 있다.
- [0061] 수학적 식 1을 만족하고(Yes), $FVC \geq 80\%$ 인 경우 해당 사용자를 정상이라고 판단하고, $FVC \geq 80\%$ 이 아닌 경우 해당 사용자를 제한 환기장애로 판단할 수 있다. 수학적 식 1을 만족하지 않고(No), $FVC \geq 80\%$ 인 경우 해당 사용자를 폐쇄 환기장애, $FVC \geq 80\%$ 이 아닌 경우 혼합 환기장애 또는 폐쇄 환기장애라고 판단할 수 있다. 도 3은 본 개시의 원본 청진음 데이터, 폐음 데이터, 폐음 신호 포락선 및 보정된 폐음 신호 포락선을 도출하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0062] 도 3을 참고하면, 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터(raw signal)로부터 폐음 데이터 생성시에 사전 설정된 주파수 영역 필터의 범위를 이용하여 폐음 데이터를 생성할 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 도 3의 (A)와 같이, 프로세서(110)는 200-1800Hz의 구간 통과 필터를 적용하여 (B)와 같은 폐음 데이터(lung sound)를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 폐음 데이터에 (C)와 같은 힐베르트 변환(hilbert transform)을 적용하여 힐베르트 포락선(hilbert envelope)을 도출할 수 있다. 프로세서(110)는 도출한 힐베르트 포락선의 곡선을 보정하기 위해 사전에 설정된 시간 범위를 이용한 시간구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 도출할 수 있다. 예를 들어, 사전에 설정된 시간범위는 (D)와 같이 0.3초를 적용할 수 있다.
- [0064] 프로세서(110)는 제2 폐음 신호 포락선으로부터 곡선의 첨두치를 검출할 수 있다.
- [0065] 프로세서(110)는 검출된 곡선의 첨두치 사이의 거리로부터 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍을 도출하고, 도출된 흡기-호기 곡선 쌍의 첨두치를 기준으로 1회 흡기-호기 구간을 설정할 수 있다.
- [0066] 상기 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍은 제2 폐음 신호 포락선에서 연속된 하나의 흡기와 호기에 해당하는 곡선 쌍을 의미할 수 있다.
- [0067] 상기 흡기-호기 곡선 쌍의 첨두치는 제2 폐음 신호 포락선의 흡기 곡선과 호기 곡선에서 가장 큰 값을 의미할 수 있다.
- [0068] 이때, 프로세서(110)는 보정되어 산출된 제2 폐음 신호 포락선에서 흡기와 호기 사이의 간격이 짧고 호기와 다음 흡기 사이의 간격이 상대적으로 길기 때문에 1회 흡기-호기 구간의 설정이 가능할 수 있다.
- [0069] 프로세서(110)는 복수 개의 1회 흡기-호기 구간 신호를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬하고 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선을 산출할 수 있다.
- [0070] 상기 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선은 흡기-호기 곡선 쌍이 포함된 복수 개의 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선으로, 사전 설정된 흡기-호기 곡선 쌍 개수는 10개일 수 있다.
- [0071] 산술한 1회 흡기-호기 구간 신호 N개를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 기준으로 하여 정렬하는 것이 가능하므로, 이로부터 1회 흡기-호기 구간 곡선의 앙상블 평균 곡선을 도출할 수 있다. 예를 들어, 상기 N은 10회로 설정할 수 있다. 이는 1회 흡기-호기 구간 곡선의 강건성 향상을 위해 시행하는 것으로 이에 한정되지 않고 동일한 목적의 방법을 이용할 수 있다.

- [0072] 도 4는 본 개시의 복수 개의 1회 흡기-호기 구간신호의 정렬 및 앙상블 평균곡선을 나타내는 것일 수 있다. 도 4를 참조하면, 프로세서(110)는 (A)와 같이 복수 개의 1회 흡기-호기 구간신호를 흡기 및 호기 곡선 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬할 수 있고, 정렬된 흡기-호기 곡선 쌍의 앙상블 평균을 이용하여 (B)와 같은 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선을 도출할 수 있다. 이때, 1회 흡기-호기 구간 신호의 개수는 10개이나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0073] 프로세서(110)는 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선으로부터 폐기능 판별을 위한 지표를 도출할 수 있다.
- [0074] 프로세서(110)는 흡기-호기 곡선의 첨두치 비율, 흡기-호기 곡선의 면적 비율, 흡기-호기 곡선의 피크에서 50%에 위치하는 지점의 너비의 비율(Full width50 ratio), 흡기-호기 곡선의 피크에서 75%에 위치하는 지점의 너비의 비율(Full width75 ratio), 흡기 구간과 호기 구간에 대한 RMSSD(root-mean-square of successive differences), 흡기 곡선의 표준편차와 호기곡선의 표준편차의 비율(Inhale exhale SD ratio) 및 이들의 조합 중 적어도 하나 이상을 포함하는 폐기능 판별을 위한 지표를 생성할 수 있다.
- [0075] 상기 폐기능 판별을 위한 지표는 출력 데이터(output data)로서 제한성(restrictive), 폐쇄성(obstructive) 및 정상(normal) 폐기능에 대한 판별 정보를 포함할 수 있다.
- [0076] 구체적으로, 프로세서(110)는 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선에서 흡기 및 호기 곡선 첨두치의 비율(inhale to exhale peak ratio, IEPR)(이하에서는 IEPR이라 하기로 함), 흡기 곡선과 호기 곡선 아래 면적의 비율(inhale to exhale area ratio, IEAR)(이하에서는 IEAR이라 하기로 함) 등의 지표를 도출하여 폐기능 판별에 활용할 수 있다. 참고로, 전신마취 환자의 기계환기 상황에서 폐용적이 감소하는 제한성 환자는 정상에 비해 IEPR이 증가하고, 폐쇄성 환자는 IEPR이 감소하는 경향을 나타낼 수 있다.
- [0077] 프로세서(110)는 상술한 IEPR을 수학적 식 2를 통해 산출할 수 있다.
- [0078] (수학적 식 2)

$$IEPR = \frac{\text{흡기곡선 피크 높이}}{\text{호기곡선 피크 높이}}$$

- [0079]
- [0080] 도 5를 참고하면, 프로세서(110)는 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선을 획득할 수 있고, 이로부터 IEPR 및 IEAR을 각각 산출할 수 있다. 흡기(inspiration) 곡선과 호기(expiration) 곡선의 피크높이가 기 설정된 범위 내로 동일한 경우 폐쇄성, 흡기 곡선의 피크높이가 호기 곡선의 피크높이 보다 약 1.5배 높은 경우 정상, 흡기 곡선의 피크높이가 호기 곡선의 피크높이 보다 약 3.5배 높은 경우 제한성으로 판별할 수 있다.
- [0081] 도 5를 참고하면, 사용자(환자)가 폐쇄성인 경우 IEAR은 1.25이고 IEPR은 1.09이며, 정상인 경우 IEAR은 1.53이고 IEPR은 1.62이며, 제한성인 경우 IEAR은 2.76이고 IEPR은 3.66임을 확인할 수 있었다. 본 개시에서는 상술한 흡기-호기 구간 신호의 곡선 그래프 및 이로부터 도출되는 폐기능 판별 지표를 제공함에 따라, 사용자의 폐기능 상태를 판단하기 위한 보다 객관적이고 명확한 정보를 제공할 수 있다는 효과를 기대할 수 있는 것이다.
- [0082] 도 5는 본 개시의 폐쇄성(Obstructive), 정상(Normal), 제한성(Restrictive) 폐기능 환자의 호기말 이산화탄소(ETCO2), 동맥압(ABP), 원본 청진음(lung sound), 원본 청진음의 스펙트로그램(spectrogram) 및 1회 흡기-호기 구간신호 앙상블 평균 곡선의 예시를 나타내는 도면일 수 있다.
- [0083] 도 5를 참조하면, 폐쇄성(Obstructive) 폐질환 환자의 경우, 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선의 첨두치 비율(IEPR)이 1.09, 흡기 및 호기 곡선의 아래면적의 비율(IEAR)이 1.25로 흡기와 호기 곡선이 유사한 수준의 크기를 보일 수 있다. 또한, 도 5의 정상(Normal)에서는 IEPR이 1.62, IEAR이 1.53로 나타날 수 있다. 또한, 도 5의 제한성(Restrictive) 폐질환 환자의 경우 IEPR이 3.66, IEAR이 2.76으로 나타날 수 있다. 도 5에서 도시하는 바와 같이, 본 개시는 각각의 지표가 폐기능 상태를 명확히 구분할 수 있도록 나타내고 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0084] 도 6은 본 개시의 특징(feature) 추출 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 도 6의 특징들의 설명을 나타내는 도면이다.
- [0085] 이하에서는, 폐기능 판별 지표가 Inhale exhale peak ratio, Inhale exhale area ratio, Full width50 ratio,

Full width75 ratio, Inhale exhale RMSSD ratio, Inhale exhale SD ratio, Inhale Skwness, Exhale Skwness, Inhale Kurtosis, 및 Exhale Kurtosis인 경우를 예로 들어 설명하기로 한다.

- [0086] 프로세서(110)는 기 설정된 시간(예를 들어, 1분) 동안 원본 청음 데이터를 획득하고, 이에 대한 이동평균 후 앙상블 평균을 산출하여 그래프를 통해 특정 특징을 검출할 수 있다. 이때, 프로세서(110)는 시간 영역의 신호 형태에 대한 특징(폐기능 판별 지표)을 검출할 수 있는 것이다.
- [0087] 도 6을 참고하면, 프로세서(110)는 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선에서, Full width50 ratio 및 Full width75 ratio를 산출할 수 있다. 이때, Full width50 ratio은 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선의 피크에서 50%에 위치하는 지점의 너비의 비율을 의미하는 것이고, Full width75 ratio는 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선의 피크에서 75%에 위치하는 지점의 너비의 비율을 의미하는 것일 수 있다.
- [0088] 도 6 및 도 7을 참고하면, 도 7에서 A는 Inhale exhale peak ratio 특징을 의미하는 것으로, 흡기 곡선의 최대 높이(도6의 A1)와 호기 곡선의 최대 높이(도6의 A2)의 비율을 나타내는 것이고, B는 Inhale exhale area ratio 특징을 의미하는 것으로, 흡기 곡선의 넓이(도6의 B1)와 호기 곡선의 넓이(도6의 B2)의 비율을 나타내는 것일 수 있다.
- [0089] 도 7의 C는 Full width 50 ratio 특징을 의미하는 것으로, 흡기 곡선에서 최대 높이의 50% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(도6의 C1)와 호기 곡선에서 최대 높이 50% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(도6의 C2)의 비율을 의미하는 것일 수 있다. 도 7의 D는 Full width 75 ratio 특징으로, 흡기 곡선에서 최대 높이의 75% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(도6의 D1)와 호기 곡선에서 최대 높이의 75% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(도6의 D2)의 비율을 의미하는 것이다.
- [0090] 도 7의 E는 Inhale exhale RMSSD ratio 특징으로, RMSSD가 시계열 데이터의 연속적인 차이의 변동성을 측정하는 통계적 지표일 때 흡기 곡선의 변동성(도6의 E1)과 호기 곡선의 변동성(도6의 E2)의 비율을 의미하는 것일 수 있다.
- [0091] 도 7의 F는 Inhale exhale SD ratio 특징으로, 흡기 곡선의 표준편차와 호기 곡선의 표준편차의 비율을 의미하는 것일 수 있다.
- [0092] 도 7의 G는 Inhale Skewness 특징으로, Skewness(왜도)가 평균을 기준으로 분포의 비대칭성을 수치화한 통계 지표일 때 흡기 곡선이 치우쳐진 방향을 수치화한 것을 의미할 수 있고, H는 Exhale Skewness 특징으로, 호기 곡선이 치우쳐진 방향을 수치화한 것을 의미할 수 있다.
- [0093] 도 7의 I는 Inhale Kurtosis 특징으로, Kurtosis(첨도)가 평균을 기준으로 분포의 정도를 수치화한 통계 지표일 때 흡기 곡선의 분포의 모양과 중심성을 수치화한 지표를 의미할 수 있다.
- [0094] 도 7의 J는 Exhale Kurtosis 특징으로, 호기 곡선의 분포의 모양과 중심성을 수치화한 지표를 의미할 수 있다.
- [0095] 도 8 및 도 9는 본 개시의 분석 결과를 나타내는 도면으로, 기존의 폐기능을 나타내는 지표들과 본 개시의 특징들에 대한 분석 결과 표를 예로 들어 나타낸 것이다.
- [0096] 구체적으로, 도 8은 본 개시의 제한성, 정상, 폐쇄성 환자의 인구통계, 혈액학 변수 통계 및 폐기능 연관 지표 통계 비교결과를 나타낸 것일 수 있다.
- [0097] 도 8을 참조하면 본 개시의 제한성, 폐쇄성, 정상 환자의 기존 폐기능 검사(PFT) 대비 IEPR은 One-way ANOVA 기반 유의성에서 더 높은 유의수준을 보이는 것을 확인할 수 있다. 본 개시에서 제한성 폐질환과 정상을 판별하는 FEV1/FVC 비율 점수의 t-test p-value는 0.001 미만이고, 같은 환자군에서 IEPR 점수의 t-test p-value는 0.001 미만으로 나타난 것을 확인할 수 있다.
- [0098] 프로세서(110)는 도 9와 같은 형태로 IEPR과 IEAR과 같은 폐기능 판별 지표를 제공할 수 있다.
- [0099] 도 9는 본 개시의 특징들의 분포도를 나타내는 도면으로, 프로세서(110)에서 추출한 특징들의 성능을 분포도를 통해 비교할 수 있다.
- [0100] 도 9에서 도시하는 바와 같이, 본 개시에 따르면 Inhale exhale peak ratio, Inhale exhale area ratio, Inhale exhale RMSSD ratio 및 Inhale exhale SD ratio의 4가지 특징이 폐질환에 따라 명확히 분류됨을 확인할 수 있다.
- [0101] 도 10은 본 개시의 제한성, 정상, 폐쇄성 폐기능 환자의 노력폐활량(FVC), 1초 노력호기량(FEV1), 1초 노력호기

량과 노력 폐활량의 비율(FEV1/FVC), 1회 흡기-호기 구간 신호 양상별 평균 곡선의 첨두치 비율(IEPR), 1회 흡기-호기 구간 신호 양상별 평균 곡선의 면적 비율(IEAR) 등을 0에서 1 사이의 값으로 정규화하여 비교한 것을 나타내는 것일 수 있다.

[0102] 도 10을 참조하면, 정상과 제한성 폐질환을 판별하는 FEV1/FVC 비율, 정상과 폐쇄성 폐질환을 판별하는 FVC에 비해, IEPR이 제한성, 정상, 폐쇄성 폐질환을 더 확실하게 판별하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 제한성 폐질환은 호흡근육의 기능장애로 흡입할 수 있는 공기량이 감소하는 질병이며, 폐쇄성 폐질환은 공기 흐름이 폐쇄되어 호기량이 감소하는 질병이기 때문에 서로 상반되는 임상증상을 보이는 증상이나, FEV1/FVC 비율, FVC, FEV1 등의 기준 폐기능 검사의 경우 증상이 점수가 가장 높고 제한성 및 폐쇄성 폐질환의 점수는 둘 다 낮아서 해석이 어려운 반면 IEPR은 정상에 비해 폐쇄성의 경우 더 높은 점수를, 제한성의 경우 더 낮은 점수를 도출할 수 있기 때문에 더 직관적으로 해석할 수 있다는 효과를 기대할 수 있다.

[0103] 도 11을 참고하면, X축은 FPR(False Positive Rate), Y축은 TPR(True Positive Rate)일 수 있다. 이때, TPR은 민감도(Sensitivity)를 의미하는 것이고, FPR은 1-Specificity을 의미하는 것으로, 민감도와 특이도가 높을수록 진단의 정확성이 높은 것으로 판단할 수 있다. 한편, 판단 임계치가 높아지면 FPR과 TPR이 모두 낮아질 수 있다. 즉, 각 판단 임계치에 대한 ROC 곡선은 전부 다르게 나타날 수 있다. 이에, 어느 정도의 판단 임계치를 적용하는 것이 가장 효율적인지를 정량적으로 비교하기 위한 것이 AUROC일 수 있다. AUROC는 ROC 곡선의 아래 영역 넓이를 산출하여 가장 높은 값을 보이는 판단 임계치를 적용하는 것일 수 있다.

[0104] 도 11을 참고하면, 본 개시를 통해 획득된 IEPR 및 IEAR과 일반적인 폐기능 모니터링 지표(Compliance)를 비교하면, Compliance 대비 본 개시 지표의 AUROC(Area Under ROC curve)가 약 15~20% 개선된 것을 확인할 수 있다.

[0105] 한편, 프로세서(110)는 폐음 신호 및 폐음 신호에 대응되는 폐기능 판별 지표를 학습 데이터로 입력하여 트레이닝을 통해, 폐음 신호를 입력함에 따라 폐기능 판별 지표를 출력하는 인공지능 모델을 생성할 수 있다. 본 개시의 폐기능 판별 지표는 폐기능 판별 지표를 포함하는 폐음 데이터의 그래프 및 이를 분석하여 도출되는 폐기능 판별 지표를 포함할 수 있다. 상기 폐기능 판별 지표는 의사와 같은 전문가의 폐기능 진단을 용이하도록 할 수 있게 그래프, 표를 비롯하여 다양한 형태로 제공될 수 있다.

[0106] 구체적으로, 상술한 인공지능 모델은 식도 청진기를 통해 획득된 폐음 신호를 기초로 폐음 데이터 생성, 폐음 데이터의 그래프 생성 및 폐기능 판별 지표 획득을 자동으로 처리할 수 있도록 학습될 수 있다. 이를 위해, 프로세서(110)는 제한성, 정상, 폐쇄성을 나타내는 다수의 사용자에게 대한 폐음 신호 및 이에 대응되는 폐기능 판별 지표 등의 결과치를 획득하기 위한 정보를 기초로 학습될 수 있다.

[0107] 프로세서(110)는 상술한 인공지능 모델에 특정 사용자의 폐음 신호를 입력하여 폐기능 판별 지표를 획득할 수 있다.

[0108] 메모리(130)는 폐기능 검사 방법을 제공하기 위한 컴퓨터 프로그램을 저장할 수 있으며, 저장된 컴퓨터 프로그램은 프로세서(110)에 의해 판독되어 구동될 수 있다. 메모리(130)는 프로세서(110)가 생성하거나 결정한 임의의 형태의 정보 및 통신부(150)가 수신한 임의의 형태의 정보를 저장할 수 있다.

[0109] 메모리(130)는 폐기능 검사 장치(100)의 다양한 기능을 지원하는 데이터와, 프로세서(110)의 동작을 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 데이터들을 저장할 수 있고, 폐기능 검사 장치(100)에서 구동되는 다수의 응용 프로그램(application program 또는 애플리케이션(application)), 폐기능 검사 장치(100)의 동작을 위한 데이터들, 명령어들을 저장할 수 있다. 이러한 응용 프로그램 중 적어도 일부는, 무선 통신을 통해 외부 서버로부터 다운로드 될 수 있다.

[0110] 이러한, 메모리(130)는 플래시 메모리 타입(Flash memory type), 하드디스크 타입(Hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), HDD 타입(Hard Disk Drive type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(Multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random access memory; RAM), SRAM(Static random access memory), 롬(Read-only memory; ROM), EEPROM(Electrically erasable programmable read-only memory), PROM(Programmable read-only memory), 자기 메모리, 자기 디스크 및 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 메모리는 본 장치와는 분리되어 있으나, 유선 또는 무선으로 연결된 데이터베이스가 될 수도 있다.

[0111] 통신부(150)는 외부 장치와 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있으며, 예를 들어, 방송 수신 모듈, 유선통신 모듈, 무선통신 모듈, 근거리 통신 모듈, 위치정보 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수

있다.

- [0112] 도시하지 않았지만, 본 개시의 폐기능 검사 장치(100)는 출력부 및 입력부를 더 포함할 수도 있다.
- [0113] 출력부는 폐기능 검사 결과 등을 제공하기 위한 사용자 인터페이스(UI, user interface)를 표시할 수 있다. 출력부는 프로세서(110)가 생성하거나 결정한 임의의 형태의 정보 및 통신부(150)가 수신한 임의의 형태의 정보를 출력할 수 있다.
- [0114] 출력부는 액정 디스플레이(LCD: liquid crystal display), 박막 트랜지스터 액정 디스플레이(TFT LCD: thin film transistor- liquid crystal display), 유기 발광 다이오드(OLED: organic light-emitting diode), 플렉시블 디스플레이(Flexible display), 3차원 디스플레이(3D display) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이들 중 일부 디스플레이 모듈은, 그를 통해 외부로 볼 수 있도록 투명형 또는 광 투과형으로 구성될 수 있다. 이는 투명 디스플레이 모듈이라 지칭될 수 있는데, 상기 투명 디스플레이 모듈의 대표적인 예로는 TOLED(Transparent OLED) 등이 있다.
- [0115] 입력부는 사용자에게 의해서 입력된 정보를 수신할 수 있다. 입력부는 사용자에게 의해서 입력된 정보를 수신하기 위한 사용자 인터페이스 상의 키 및/또는 버튼들, 또는 물리적인 키 및/또는 버튼들을 구비할 수 있다. 입력부를 통한 사용자 입력에 따라 본 개시의 실시예들에 따른 디스플레이를 제어하기 위한 컴퓨터 프로그램이 실행될 수 있다.
- [0116] 도 12는 본 개시의 폐기능 검사 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 13은 도 12를 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0117] 구체적으로, 청진음 데이터로부터 폐기능 판별지표를 산출하는 과정을 예로 들어 설명하기로 한다.
- [0118] 먼저, 폐기능 검사 장치(100)의 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터를 획득할 수 있다(1100).
- [0119] 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터를 가공하여 폐음 데이터를 생성할 수 있다(1200).
- [0120] 프로세서(110)는 획득된 원본 청진음 데이터에 주파수 대역 필터를 적용하여 폐음 데이터를 생성할 수 있다. 즉, 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터를 주파수 대역 필터에 통과시켜 폐음 데이터를 도출할 수 있는 것이다.
- [0121] 프로세서(110)는 폐음 데이터를 기초로 기 설정된 지표별 폐음 데이터의 그래프를 생성할 수 있다(1300).
- [0122] 프로세서(110)는 생성된 폐음 데이터의 그래프를 분석하여 폐기능 판별 지표를 획득할 수 있다(1400). 이때, 폐음 데이터의 그래프는 폐음 데이터의 변화 그래프일 수 있다.
- [0123] 구체적으로, 폐음 데이터의 그래프를 생성하는 1300 단계는 하기와 같을 수 있다.
- [0124] 도 13을 참고하면, 프로세서(110)는 폐음 데이터로부터 제1 폐음 신호 포락선을 산출할 수 있다(2100). 이때, 프로세서(110)는 폐음 데이터를 힐베르트 변환(Hilbert Transform)을 이용하여 해석함수로 변환한 후 제1 폐음 신호 포락선을 산출할 수 있다.
- [0125] 프로세서(110)는 제1 폐음 신호 포락선으로부터 시간 구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 산출할 수 있다(2200). 상기 제2 폐음 신호 포락선은 제1 폐음 신호 포락선에서 이동평균 필터를 적용한 것일 수 있다. 이때, 설정된 시간 구간은 0.3 초일 수 있다.
- [0126] 도 3은 본 개시의 원본 청진음 데이터, 폐음 데이터, 폐음 신호 포락선 및 보정된 폐음 신호 포락선을 도출하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0127] 도 3을 참고하면, 프로세서(110)는 원본 청진음 데이터로부터 폐음 데이터 생성시에 사전 설정된 주파수 영역 필터의 범위를 이용하여 폐음 데이터를 생성할 수 있다.
- [0128] 예를 들어, 도 3의 (A)와 같이, 프로세서(110)는 200-1800Hz의 구간 통과 필터를 적용하여 (B)와 같은 폐음 데이터(lung sound)를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 폐음 데이터에 (C)와 같은 힐베르트 변환(hilbert transform)을 적용하여 힐베르트 포락선(hilbert envelope)을 도출할 수 있다. 프로세서(110)는 도출한 힐베르트 포락선의 곡선을 보정하기 위해 사전에 설정된 시간 범위를 이용한 시간구간 이동평균 필터를 적용하여 보정된 제2 폐음 신호 포락선을 도출할 수 있다. 예를 들어, 사전에 설정된 시간범위는 (D)와 같이 0.3초를 적용할 수 있다.

- [0129] 프로세서(110)는 제2 폐음 신호 포락선으로부터 곡선의 첨두치를 검출할 수 있다(2300).
- [0130] 프로세서(110)는 검출된 곡선의 첨두치 사이의 거리로부터 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍을 도출하고, 도출된 흡기와 호기 곡선 쌍의 첨두치를 기준으로 1회 흡기-호기 구간을 설정할 수 있다(2400).
- [0131] 상기 흡기 곡선과 호기 곡선의 쌍은 제2 폐음 신호 포락선에서 연속된 하나의 흡기와 호기에 해당하는 곡선 쌍을 의미할 수 있다.
- [0132] 상기 흡기와 호기 곡선 쌍의 첨두치는 제2 폐음 신호 포락선의 흡기 곡선과 호기 곡선에서 가장 큰 값을 의미할 수 있다.
- [0133] 이때, 프로세서(110)는 보정되어 산출된 제2 폐음 신호 포락선에서 흡기와 호기 사이의 간격이 짧고 호기와 다음 흡기 사이의 간격이 상대적으로 길기 때문에 1회 흡기-호기 구간의 설정이 가능할 수 있다.
- [0134] 프로세서(110)는 복수 개의 1회 흡기-호기 구간 신호를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬하고 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선을 산출할 수 있다(2500).
- [0135] 상기 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선은 흡기-호기 곡선 쌍이 포함된 복수 개의 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선으로, 사전 설정된 흡기-호기 곡선 쌍 개수는 10개일 수 있다.
- [0136] 상술한 1회 흡기-호기 구간 신호 N개를 1회 흡기-호기 첨두치 사이의 최소값을 기준으로 하여 정렬하는 것이 가능하므로, 이로부터 1회 흡기-호기 구간 곡선의 앙상블 평균 곡선을 도출할 수 있다. 예를 들어, 상기 N은 10회로 설정할 수 있다. 이는 1회 흡기-호기 구간 곡선의 강건성 향상을 위해 시행하는 것으로 이에 한정되지 않고 동일한 목적의 방법을 이용할 수 있다.
- [0137] 도 4는 본 개시의 복수 개의 1회 흡기-호기 구간신호의 정렬 및 앙상블 평균곡선을 나타내는 것일 수 있다. 도 4를 참조하면, 프로세서(110)는 (A)와 같이 복수 개의 1회 흡기-호기 구간신호를 흡기 및 호기 곡선 첨두치 사이의 최소값을 이용하여 정렬할 수 있고, 정렬된 흡기-호기 곡선 쌍의 앙상블 평균을 이용하여 (B)와 같은 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선을 도출할 수 있다. 이때, 1회 흡기-호기 구간 신호의 개수는 10개이나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0138] 프로세서(110)는 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선으로부터 폐기능 판별을 위한 지표를 도출할 수 있다(2600). 상기 폐기능 판별을 위한 지표는 출력 데이터(output data)로서 제한성, 폐쇄성 및 정상 폐기능에 대한 판별 정보를 포함할 수 있다.
- [0139] 구체적으로, 프로세서(110)는 1회 흡기-호기 구간 신호의 앙상블 평균 곡선에서 흡기 및 호기 곡선 첨두치의 비율(inhale to exhale peak ratio, IEPR), 흡기 곡선과 호기 곡선 아래 면적의 비율(inhale to exhale area ratio, IEAR) 등의 지표를 도출하여 폐기능 판별에 활용할 수 있다. 예를 들어, 폐기능 판별을 위한 지표는 흡기-호기 곡선의 첨두치 비율, 흡기-호기 곡선의 면적 비율을 포함할 수 있다.
- [0140] 추가로, 프로세서(110)는 Full width50 ratio, Full width75 ratio, Inhale exhale RMSSD ratio, Inhale exhale SD, Inhale Skwness, Exhale Skwness, Inghale Kurtosis, Exhale Kurtosis의 폐기능 판별 지표를 더 포함할 수 있다.
- [0141] 즉, 본 개시는 흡기-호기 곡선의 첨두치 비율, 흡기-호기 곡선의 면적 비율, Full width50 ratio, Full width75 ratio, Inhale exhale RMSSD ratio, Inhale exhale SD, Inhale Skwness, Exhale Skwness, Inghale Kurtosis, Exhale Kurtosis 및 이들의 조합 중 적어도 하나 이상의 폐기능 판별 지표를 포함할 수 있는 것이다.
- [0142] 상술한 본 개시는 수술 중에도 식도 청진기에 의해 취득된 폐음 신호의 흡기와 호기의 피크 높이 비율을 정상인 대비 지수를 정량화하여 폐쇄성 또는 제한성을 판단할 수 있다.
- [0143] 또한, 본 개시는 흡기-호기 곡선의 첨두치 비율 및 흡기-호기 곡선의 면적 비율 이외에 추가로 Full width50 ratio, Full width75 ratio, Inhale exhale RMSSD ratio, Inhale exhale SD, Inhale Skwness, Exhale Skwness, Inghale Kurtosis, Exhale Kurtosis 등의 지표를 추가 분석하여 폐상태 변화에 대한 정확한 판단을 수행할 수 있도록 할 수 있다.
- [0144] 한편, 전술한 본 개시에 따른 방법은, 하드웨어인 서버와 결합되어 실행되기 위해 프로그램(또는 애플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다.
- [0145] 개시된 실시예들은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 저장하는 기록매체의 형태로 구현될 수 있다. 명령어는

프로그램 코드의 형태로 저장될 수 있으며, 프로세서에 의해 실행되었을 때, 프로그램 모듈을 생성하여 개시된 실시예들의 동작을 수행할 수 있다. 기록매체는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체로 구현될 수 있다.

[0146] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 컴퓨터에 의하여 해독될 수 있는 명령어가 저장된 모든 종류의 기록 매체를 포함한다. 예를 들어, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 자기 테이프, 자기 디스크, 플래쉬 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있을 수 있다.

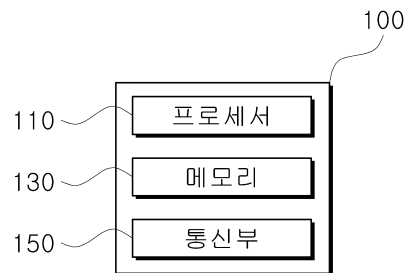
[0147] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 개시의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 개시가 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

부호의 설명

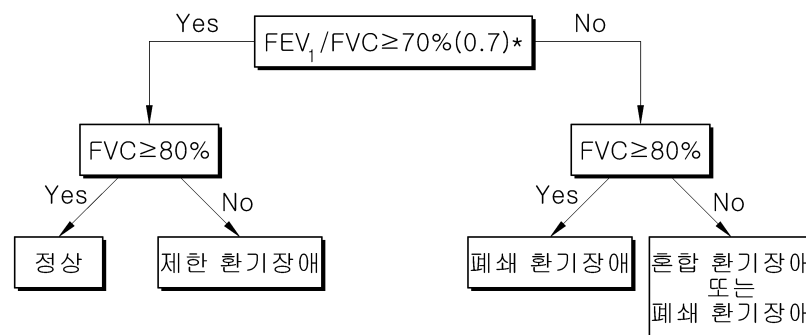
[0148] 100: 폐기능 검사 장치 110: 프로세서
130: 메모리 150: 통신부

도면

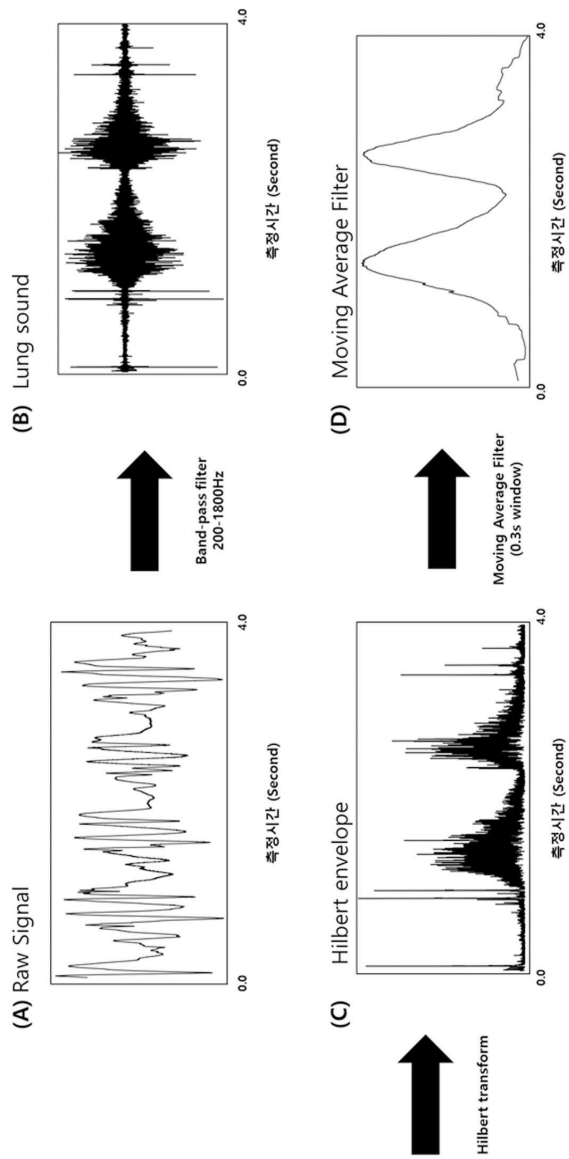
도면1



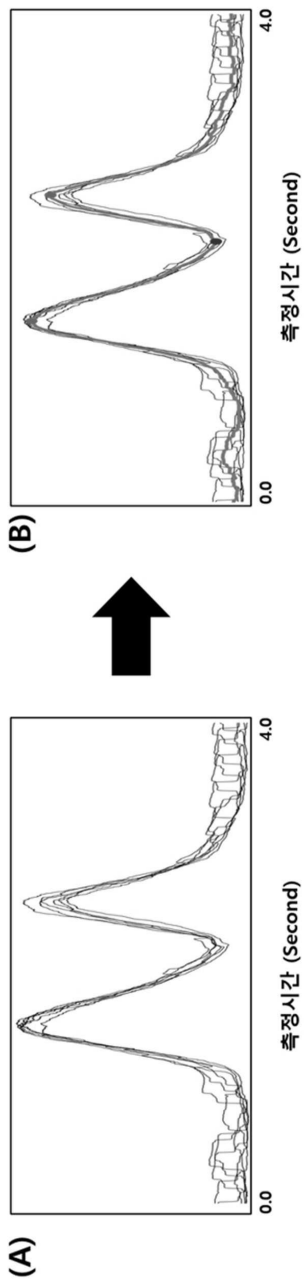
도면2



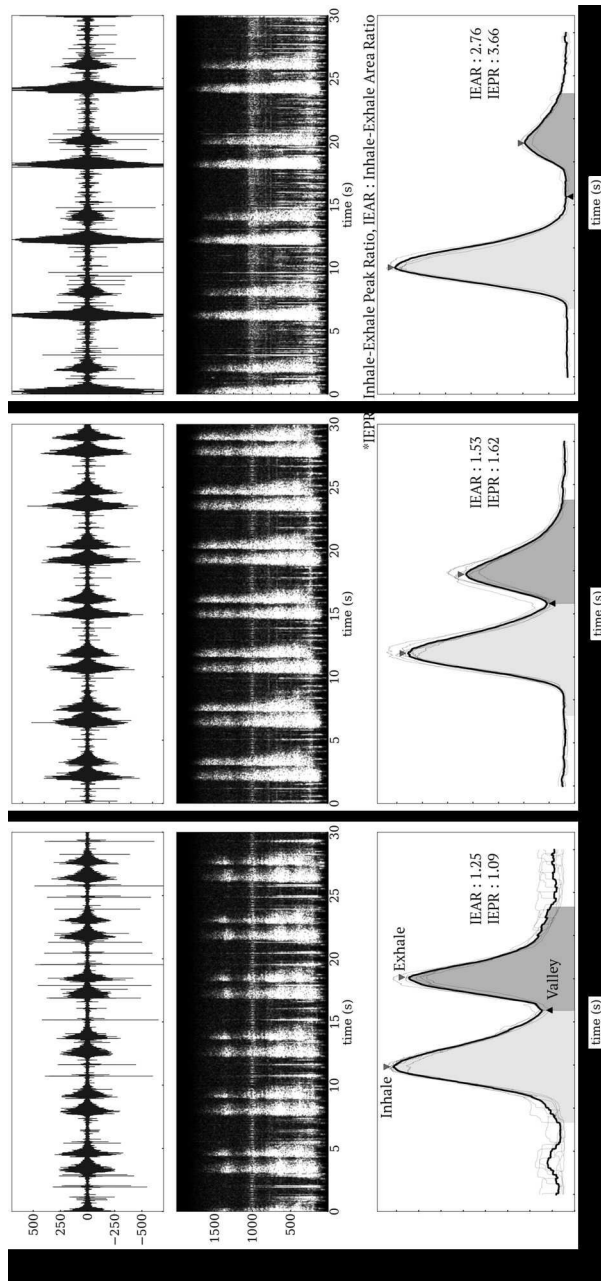
도면3



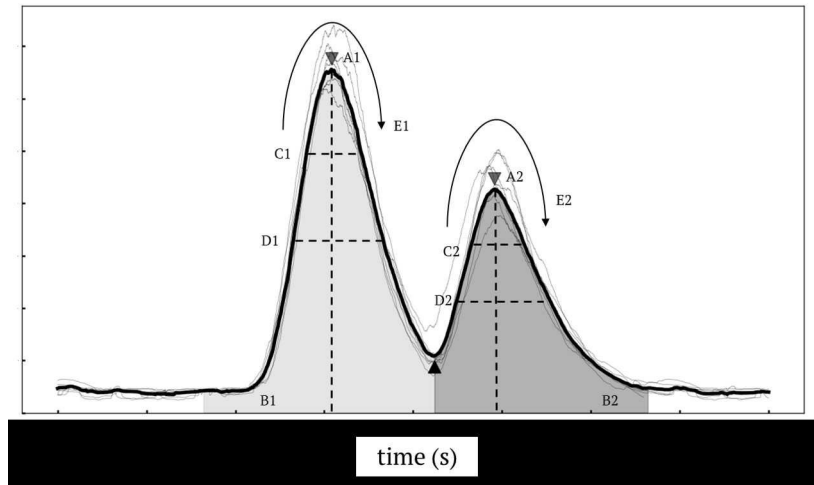
도면4



도면5



도면6



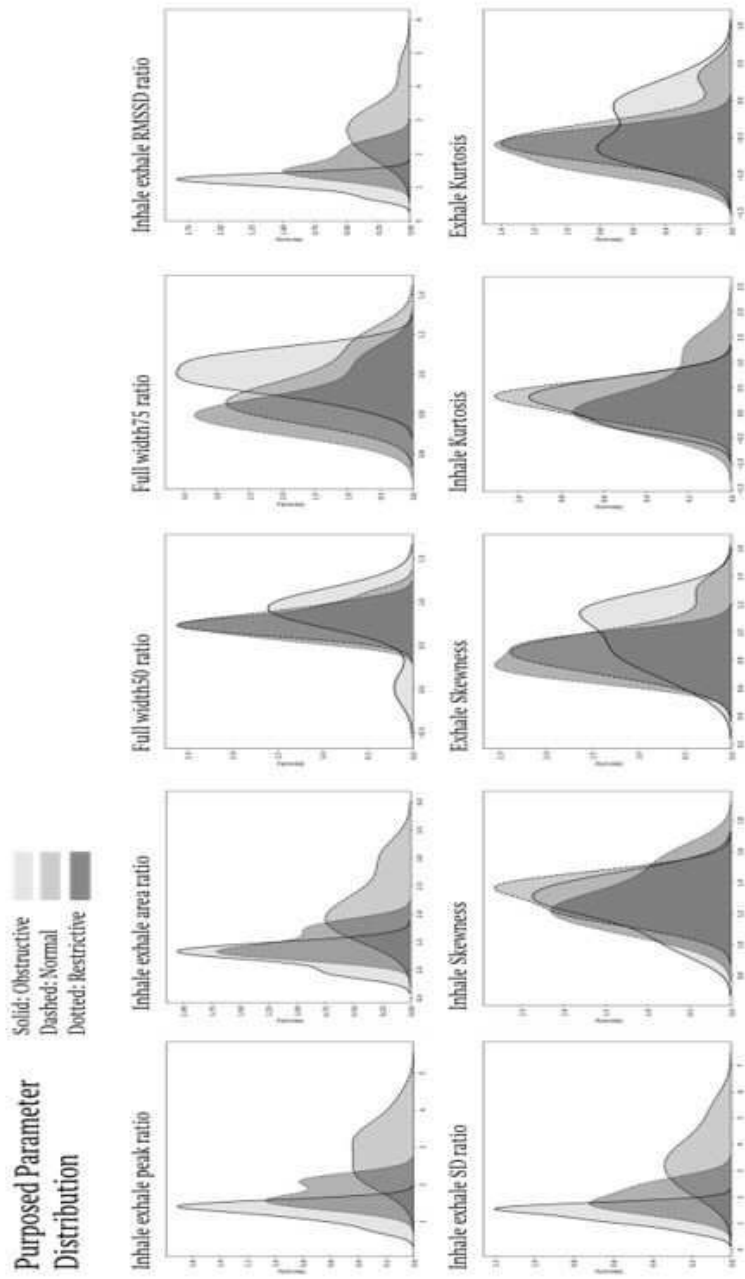
도면7

	Feature	Description
A	Inhale exhale peak ratio	흡기 곡선의 최대 높이(A1)와 호기 곡선의 최대 높이(A2)의 비율
B	Inhale exhale area ratio	흡기 곡선의 넓이(B1)와 호기 곡선의 넓이(B2)의 비율
C	Full width50 ratio	흡기 곡선에서 최대 높이의 50% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(C1)와 호기 곡선에서 최대 높이의 50% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(C2)의 비율
D	Full width75 ratio	흡기 곡선에서 최대 높이의 75% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(D1)와 호기 곡선에서 최대 높이의 75% 높이에 해당하는 두 점 사이의 거리(D2)의 비율
E	Inhale exhale RMSSD ratio	RMSSD는 시계열 데이터의 연속적인 차이의 변동성을 측정하는 통계적 지표 흡기 곡선의 변동성(E1)과 호기 곡선의 변동성(E2)의 비율
F	Inhale exhale SD ratio	흡기 곡선의 표준편차와 호기 곡선의 표준편차의 비율
G	Inhale Skewness	Skewness(왜도)는 평균을 기준으로 분포의 비대칭성을 수치화한 통계 지표 흡기 곡선이 치우쳐진 방향을 수치화
H	Exhale Skewness	호기 곡선이 치우쳐진 방향을 수치화
I	Inhale Kurtosis	Kurtosis(첨도)는 평균을 기준으로 분포의 정도를 수치화한 통계 지표 흡기 곡선의 분포의 모양과 중심성을 수치화한 지표
J	Exhale Kurtosis	호기 곡선의 분포의 모양과 중심성을 수치화한 지표

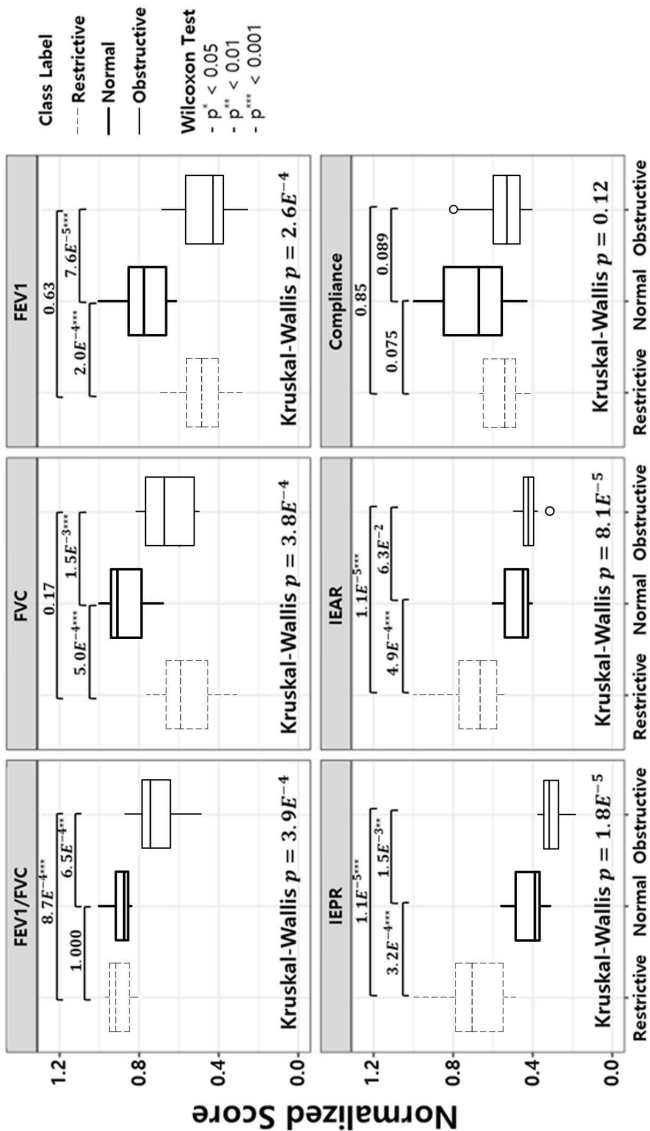
도면8

	Obstructive N=10	Restrictive N=10	Normal N =10	P value
Demographics				
Age (years)	61.0±10.7	50.6±12.9	54.7±6.9	0.101
Male sex	7	8	9	
Weight (kg)	69.4±9.5	70.3±5.3	65.2±10.9	0.399
Body mass index (kg/m ²)	25.9±2.6	25.4±2.5	23.3±3.2	0.110
Conventional Parameter				
Static				
FVC (%)	78.4±12.1	61.1±11.6	95.6±9.8	<0.001
FEV1/FVC (%)	62.8±10.9	79.4±5.6	79.7±5.1	<0.001
Dynamic				
Tidal Volume (ml)	503.7±90.1	516.3±95.6	505.0±85.5	0.943
Peak breathing pressure (mbar)	14.2±2.5	15.0±1.4	13.4±2.8	0.384
Plateau pressure (mbar)	13.9±3.1	14.5±1.4	13.2±2.8	0.500
PEEP (mbar)	3.0±2.5	3.8±1.9	4.7±1.7	0.241
Compliance (ml/mbar)	50.2±12.0	49.3±8.1	62.4±17.3	0.059
CO2 Slope (mmHg/s)	1.13±0.8	1.25±0.7	1.16±0.9	0.945
Purposed Parameter				
Inhale exhale peak ratio	1.3±0.2	2.9±0.7	1.8±0.3	<0.001
Inhale exhale area ratio	1.3±0.2	2.2±0.5	1.5±0.2	<0.001
Full width50 ratio	0.84±0.3	0.79±0.1	0.75±0.1	0.618
Full width75 ratio	1.01±0.1	0.93±0.1	0.84±0.1	0.016
Inhale exhale RMSSD ratio	1.16±0.2	2.83±0.8	1.72±0.4	<0.001
Inhale exhale SD ratio	1.37±0.3	3.50±1.1	1.95±0.5	<0.001
Inhale Skewness	1.26±0.2	1.31±0.1	1.29±0.2	0.779
Exhale Skewness	0.99±0.2	0.90±0.2	0.82±0.1	0.087
Inhale Kurtosis	0.21±0.3	0.26±0.3	0.30±0.6	0.900
Exhale Kurtosis	-0.32±0.4	-0.47±0.3	-0.68±0.2	0.053

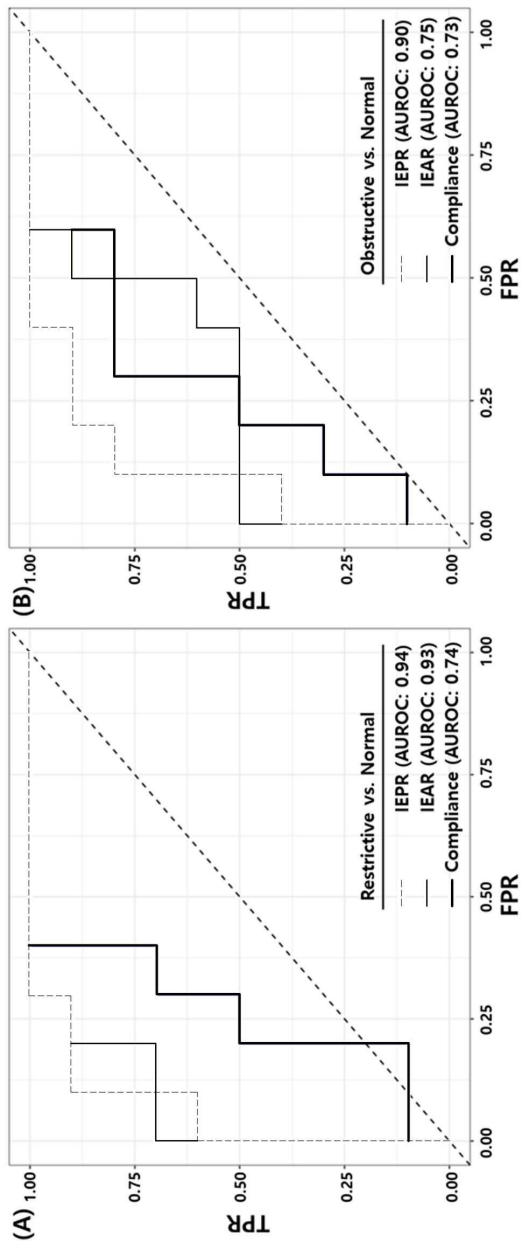
도면9



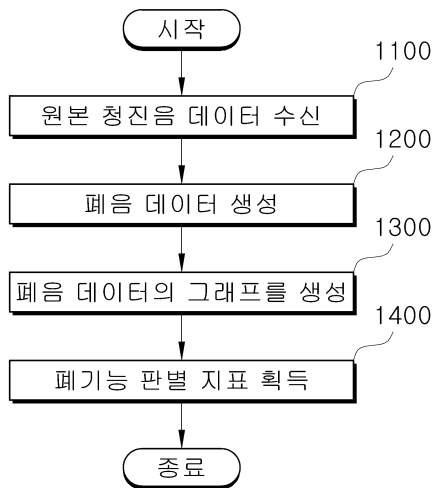
도면10



도면11



도면12



도면13

