



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0140683
(43) 공개일자 2019년12월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/08 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/082 (2013.01)
A61B 5/4818 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0067491
(22) 출원일자 2018년06월12일
심사청구일자 2018년06월12일

(71) 출원인
전남대학교산학협력단
광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)
(72) 발명자
원용관
광주광역시 북구 양산택지로34번길 22 GS
그린자이2차아파트 103-502
(74) 대리인
특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 12 항

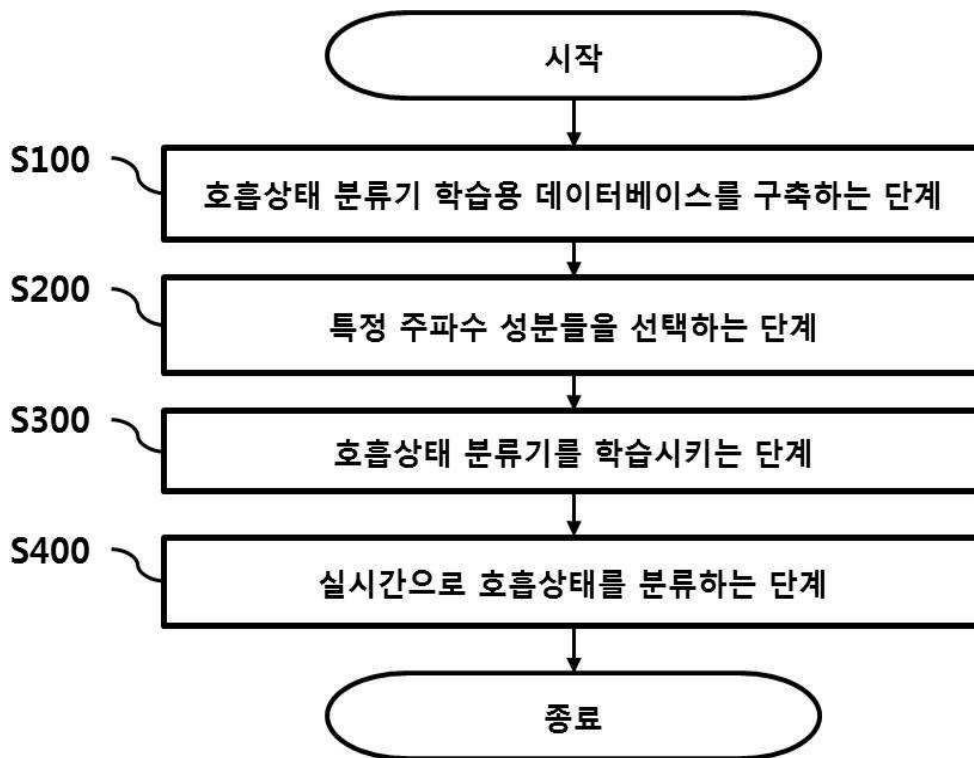
(54) 발명의 명칭 **호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기 생성 방법은 미리 수집된 호흡신호들을 호흡주기별로 구분하는 단계; 상기 구분된 주기별 호흡신호들 중 선택된 복수의 개별주기 호흡신호에 대하여, 각각 계산된 주파수 성분들의 파워스펙트럼과 지정된 호흡상태표시값의 데이터 쌍을 획득하는 단계; 상기 주파수 성분들 중 특정 주파수 성

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



분들을 선택하는 단계; 및 상기 특정 주파수 성분들에 해당하는 파워스펙트럼과 지정된 호흡상태표시값의 데이터 쌍들을 상기 호흡상태 분류기에 입력하는 단계; 상기 분류기에서 출력되는 결과에 따라 상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계를 포함한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 호흡상태 판단 방법은 마이크와 같은 호흡신호 감지 장치를 통해 수집되는 연속된 스트리밍 호흡신호를 수집하고, 상기 수집된 호흡신호에 대하여 순차적으로 하나의 호흡주기를 구분하는 단계; 상기 구분된 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호에 대해서, 상기 선택된 특정 주파수 성분들의 파워스펙트럼들을 상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계에 의하여 생성된 호흡상태 분류기에 입력하는 단계; 및 상기 입력에 따른 호흡상태 분류기의 출력 결과에 따라 상기 한 주기 호흡신호에 대한 호흡상태를 판별하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/7264 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017-1693(2017K000480)

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 연구성과실용화진흥원

연구사업명 연구성과사업화지원사업

연구과제명 수면 중 돌연사 방지 기능을 갖는 실시간 수면장애 감시시스템 개발

기여율 1/1

주관기관 전남대학교

연구기간 2016.06.29 ~ 2018.06.28

명세서

청구범위

청구항 1

수집된 호흡신호들을 호흡주기별로 구분하는 단계;

상기 구분된 주기별 호흡신호들 중 선택된 복수의 호흡주기에 해당하는 호흡신호들 각각에 대해, 주파수 성분들의 파워스펙트럼과 지정된 호흡상태표시값의 데이터 쌍을 획득하는 단계;

상기 주파수 성분들 중 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 특정 주파수 성분들의 스펙트럼값과 지정된 호흡상태표시값의 데이터 쌍을 이용하여 상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계를 포함하는,

호흡상태 분류기 생성방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 데이터 쌍을 획득하는 단계는,

상기 수집된 호흡신호들 중 하나의 호흡신호에 대하여 수행된 후,

특정 조건이 만족될 때까지 다른 호흡신호들에 대해서 반복 수행되는,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 데이터 쌍을 획득하는 단계는,

하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호에 대해 주파수 성분들의 파워스펙트럼을 계산하고, 상기 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호에 대해 호흡상태표시값을 지정하여, 상기 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호의 데이터 쌍을 획득하는 단계; 및

특정 조건이 만족될 때까지, 상기 데이터 쌍이 획득된 호흡주기를 제외한 다른 호흡주기에 해당하는 호흡신호들 각각에 대해 상기 호흡신호의 데이터 쌍을 획득하는 단계를 반복 수행하는,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 데이터 쌍을 획득하는 단계에서,

상기 데이터 쌍에 포함된 주파수 성분들의 파워스펙트럼은 정규화된 값인,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 호흡상태표시값은,

정상 호흡 상태, 코골이 상태 또는 무호흡 상태의 표시값을 포함하는,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 호흡상태표시값은,

상기 코골이 상태의 수준 및 상기 무호흡 상태의 수준을 표시하는 숫자, 문자 또는 기호로 나타낼 수 있는 표시값을 더 포함하는,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계는,

상기 데이터 쌍에 포함된 주파수 성분들을 입력특징으로 하고, 상기 주파수 성분들의 파워스펙트럼 값을 입력특징의 값으로 하여, 상기 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호들을 상기 호흡상태표시값에 따라 분류하는 결정나무 분류기를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 결정나무 분류기의 뿌리노드(Root Node) 및 내부노드(Internal Node)를 구성하는 주파수 성분들만을 상기 특정 주파수 성분들로 선택하는 단계를 포함하는,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 결정나무 분류기를 생성하는 단계는,

상기 하나의 내부노드에 할당된 데이터 쌍들에 있어 하나의 호흡상태에 속하는 비율이 기설정된 비율 이상에 도달할 때까지 상기 데이터 쌍들에 지정된 호흡상태표시값에 따라 반복적으로 내부노드를 확장하여 결정나무 분류기를 생성하는 단계인,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계는,

상기 선택된 특정 주파수 성분들의 파워스펙트럼들 및 지정된 호흡상태표시값들을 상기 호흡상태 분류기에 입력하는 단계; 및

상기 호흡상태 분류기에서 출력된 결과와 상기 지정된 호흡상태표시값을 비교하여 오류를 계산하고, 상기 계산된 오류를 줄일 수 있도록 호흡상태 분류기의 파라미터를 조정하는 단계를 포함하는,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계는,

기설정된 횟수만큼 반복 수행되거나, 상기 계산된 오류가 기설정된 기준 이하인 경우 학습이 종료되는,

호흡상태 분류기 생성 방법.

청구항 11

수집된 호흡신호에서 한 주기의 호흡신호를 구분하는 단계;

상기 구분된 한 주기의 호흡신호의 주파수 성분들의 파워스펙트럼들 중 상기 제1항에서 선택된 특정 주파수 성분들의 파워스펙트럼들을, 상기 제1항의 방법에 의하여 생성된 호흡상태 분류기에 입력하는 단계; 및

상기 입력에 따른 호흡상태 분류기의 출력 결과에 따라 상기 구분된 한 주기의 호흡신호에 대한 호흡상태를 판별하는 단계를 포함하는,

호흡상태 판단 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 호흡상태를 판별하는 단계 이후,

상기 구분된 한 주기의 호흡신호 이후 연속되는 호흡신호에서, 상기 호흡신호를 구분하는 단계 내지 호흡상태를 판별하는 단계를 반복 수행하는,

호흡상태 판단 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법에 관한 것으로, 호흡 신호를 분석하여, 해당 호흡 신호를 통해 호흡 상태를 판단할 수 있는 호흡상태 분류기를 생성하는 방법 그리고 이를 통해 호흡상태를 판단하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수면 무호흡은 수면 중 호흡 정지가 빈번하게 발생하는 것으로, 심한 코골이와 주간 졸음증 등의 수면 장애의 원인이 된다.

[0003] 수면 중 코골이와 무호흡은 우울증, 자살 충동 등 정신적 질환 및 심혈관 질환, 신장병, 당뇨병, 뇌경색, 암, 성기능 감퇴 등을 유발시키는 주요 인자로 알려져 있으며, 졸음운전 및 졸음작업 등으로 인한 사고의 원인이 되고 있다. 따라서 정확한 수면 코골이 및 무호흡에 대한 정확한 진단의 중요성이 강조되고 있다.

[0004] 종래에는 압전센서를 이용하여 수면 무호흡을 검사하는 장치 및 방법이 개시되었다. 압전센서를 이용하여 코골이 신호와 심박 신호를 동시에 검출하고, 검출된 코골이 신호와 심박 신호를 이용하여 폐쇄성수면무호흡증 (Obstructive Sleep Apnea, OSA)을 추정하는 구성을 개시하고 있다.

[0005] 다만, 종래기술은 압전센서에서 측정된 센싱값에 기반하여 수면 무호흡인지 여부를 검사하는 구성을 개시하고 있을 뿐, 피험자들의 호흡 소리 신호들을 수집하여 호흡상태 분류기를 학습시킴으로써 호흡상태 분류기를 생성하며, 생성한 호흡상태 분류기를 이용하여 호흡상태를 판단하는 방법에 대해서는 전혀 개시하고 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) KR 10-1706197 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 불특정 다수의 사람들로부터 수집한 수면 중 호흡소리신호를 호흡주기별로 구분하여 각 주기에 해당하는 호흡신호들 중에서 일부 또는 전부에 대하여 각 주기에 해당하는 호흡신호와 이에 대응하는 호흡상태표시값을 쌍으로 매칭하여 데이터베이스를 구축하고, 각 주기별 호흡신호에서 호흡상태 분류에 유용한 주파수 성분들만을 선택하여 선택된 주파수 성분들의 파워스펙트럼과 호흡상태표시값에 기반하여 호흡상태 분류기를 학습시킨 뒤에, 학습된 호흡상태 분류기를 이용하여 연속적으로 입력되는 호흡소리 신호에 대한 각 호흡주기 마다의

호흡신호에 대한 호흡상태를 판단할 수 있는, 계산량이 적고 정확도가 높은 호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기의 생성 방법은 수집된 호흡신호들을 호흡주기별로 구분하는 단계; 상기 구분된 주기별 호흡신호들 중 선택된 복수의 호흡주기에 해당하는 호흡신호들 각각에 대해, 주파수 성분들의 파워스펙트럼과 지정된 호흡상태표시값의 데이터 쌍을 획득하는 단계; 상기 주파수 성분들 중 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계; 및 상기 선택된 특정 주파수 성분들의 스펙트럼값과 지정된 호흡상태표시값의 데이터 쌍을 이용하여 상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 데이터 쌍을 획득하는 단계는, 상기 수집된 호흡신호들 중 하나의 호흡신호에 대하여 수행된 후, 특정 조건이 만족될 때까지 다른 호흡신호들에 대해서 반복 수행될 수 있다.
- [0010] 상기 데이터 쌍을 획득하는 단계는, 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호에 대해 주파수 성분들의 파워스펙트럼을 계산하고, 상기 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호에 대해 호흡상태표시값을 지정하여, 상기 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호의 데이터 쌍을 획득하는 단계; 및 특정 조건이 만족될 때까지, 상기 데이터 쌍이 획득된 호흡주기를 제외한 다른 호흡주기에 해당하는 호흡신호들 각각에 대해 상기 호흡신호의 데이터 쌍을 획득하는 단계를 반복 수행할 수 있다.
- [0011] 상기 데이터 쌍을 획득하는 단계에서, 상기 데이터 쌍에 포함된 주파수 성분들의 파워스펙트럼은 정규화된 값이다.
- [0012] 상기 호흡상태표시값은, 정상 호흡 상태, 코골이 상태 또는 무호흡 상태의 표시값을 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 호흡상태표시값은, 상기 코골이 상태의 수준 및 상기 무호흡 상태의 수준을 표시하는 숫자, 문자 또는 기호로 나타낼 수 있는 표시값을 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계는, 상기 데이터 쌍에 포함된 주파수 성분들을 입력특징으로 하고, 상기 주파수 성분들의 파워스펙트럼 값을 입력특징의 값으로 하여, 상기 하나의 호흡주기에 해당하는 호흡신호들을 상기 호흡상태표시값에 따라 분류하는 결정나무 분류기를 생성하는 단계; 및 상기 생성된 결정나무 분류기의 뿌리노드(Root Node) 및 내부노드(Internal Node)를 구성하는 주파수 성분들만을 상기 특정 주파수 성분들로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 결정나무 분류기를 생성하는 단계는, 상기 하나의 내부노드에 할당된 데이터 쌍들에 있어 하나의 호흡상태에 속하는 비율이 기설정된 비율 이상에 도달할 때까지 상기 데이터 쌍들에 지정된 호흡상태표시값에 따라 반복적으로 내부노드를 확장하여 결정나무 분류기를 생성하는 단계이다.
- [0016] 상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계는, 상기 선택된 특정 주파수 성분들의 파워스펙트럼 및 지정된 호흡상태표시값들을 상기 호흡상태 분류기에 입력하는 단계; 및 상기 호흡상태 분류기에서 출력된 결과와 상기 지정된 호흡상태표시값을 비교하여 오류를 계산하고, 상기 계산된 오류를 줄일 수 있도록 호흡상태 분류기의 파라미터를 조정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계는, 기설정된 횟수만큼 반복 수행되거나, 상기 계산된 오류가 기설정된 기준 이하인 경우 학습이 종료될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 판단 방법은 호흡신호를 수집된 호흡신호에서 한 주기의 호흡신호를 구분하는 단계; 상기 구분된 한 주기의 호흡신호의 주파수 성분들의 파워스펙트럼들 중 상기 제1항에서 선택된 특정 주파수 성분들의 파워스펙트럼들을, 상기 제1항의 방법에 의하여 생성된 호흡상태 분류기에 입력하는 단계; 및 상기 입력에 따른 호흡상태 분류기의 출력 결과에 따라 상기 한 주기 호흡신호에 대한 호흡상태를 판별하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 호흡상태를 판별하는 단계 이후, 상기 구분된 한 주기의 호흡신호 이후 연속되는 호흡신호에서, 상기 호흡신호를 구분하는 단계 내지 호흡상태를 판별하는 단계를 반복 수행할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법은 구분된 각 호흡주기의 주파수 성분들 중 호흡상태 분류에 유효성이 높은 일부의 특정 주파수 성분들만을

선택적으로 이용함으로써, 외부 잡음에 의해 호흡상태의 분류가 잘못될 수 있는 가능성을 줄일 수 있는 장점이 있다.

[0021] 또한, 호흡주기별 호흡신호의 주파수 성분들 중 일부의 특정 주파수 성분들만을 선택적으로 추출하여 사용하기 때문에 호흡상태 분류기를 생성하기 위하여 호흡상태 분류기를 학습시키는 시간과 생성된 호흡상태 분류기를 이용하여 실제로 호흡상태를 판단하는데 필요한 계산량을 감소시킬 수 있다. 이에 따라 분류기를 동작시키는 컴퓨터 혹은 타 기기의 성능이 상대적으로 낮은 환경에서도 호흡상태의 판단이 빠르고 정확하게 이루어질 수 있는 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0022] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법을 간략히 도시한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기를 생성하기 위한 학습용 데이터베이스 구축 과정을 도시한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 한 주기 호흡신호의 주파수 성분들 중에서 호흡상태 판별에 유효한 특정 주파수 성분들을 선택하는 과정을 도시한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기를 학습시키는 과정을 도시한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 생성한 호흡상태 분류기를 이용하여 실시간으로 호흡상태를 판단하는 과정을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 명세서에서 제1 및/또는 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 즉, 구성요소들을 상기 용어들에 의해 한정하고자 함이 아니다.

[0024] 본 명세서에서 '포함하다' 라는 표현으로 언급되는 구성요소, 특징, 및 단계는 해당 구성요소, 특징 및 단계가 존재함을 의미하며, 하나 이상의 다른 구성요소, 특징, 단계 및 이와 동등한 것을 배제하고자 함이 아니다.

[0025] 본 명세서에서 단수형으로 특정되어 언급되지 아니하는 한, 복수의 형태를 포함한다. 즉, 본 명세서에서 언급된 구성요소 등은 하나 이상의 다른 구성요소 등의 존재나 추가를 의미할 수 있다.

[0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함하여, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자(통상의 기술자)에 의하여 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다.

[0027] 즉, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0028] 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 호흡 상태 분류기 학습 방법 및 호흡 상태 판단 방법에 대해 상세하게 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태 분류기 학습 방법을 간략히 도시한 순서도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태 분류기 학습 방법에 있어서 호흡 소리 신호를 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계를 간략히 도시한 순서도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태 분류기 학습 방법에 있어서 호흡 상태 분류기를 학습시키는 단계를 간략히 도시한 순서도이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태 분류기 학습 방법은 호흡 주기들을 구분하는 단계(S101), 제1 그룹을 생성하는 단계(S103), 상태 인덱스를 설정하는 단계(S105), 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계(S107), 제2 그룹을 생성하는 단계(S109), 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S111) 및 호흡 상태 분류기를 학습시키는 단계(S113)을 포함할 수 있다.

- [0031] 호흡 주기들을 구분하는 단계(S101)는 수집된 복수의 호흡 소리 신호들의 호흡 주기들을 구분하는 단계이다.
- [0032] 예컨대, 호흡 소리 신호들은 복수의 사람들이 자는 동안 호흡하는 소리가 녹음된 녹음 파일의 형태로 수집된다.
- [0033] 호흡 주기는 사람이 숨을 들이마시고 내쉬는 주기로서, 호흡 소리 신호로부터 호흡 주기를 구분할 수 있는 알고리즘이라면 수집된 호흡 소리 신호들의 호흡 주기들을 구분하는데 제한없이 사용될 수 있다.
- [0034] 제1 그룹을 생성하는 단계(S103)는 구분된 호흡 주기들 중 임의의 호흡 주기들을 선택하고, 선택된 호흡 주기들을 포함하는 제1 그룹을 생성하는 단계이다.
- [0035] 수집된 호흡 소리 신호들의 호흡 주기들 전부를 호흡 상태 분류기 학습에 사용할 경우 호흡 상태 분류기를 학습시키기 위하여 계산하여야 하는 데이터의 양이 지나치게 많아지는 문제가 생기기 때문에, 구분된 호흡 주기들 중 임의로 선택된 호흡 주기들을 포함하는 제1 그룹이 생성하여 호흡 상태 분류기를 학습시키기 위한 데이터 셋의 크기를 감소시킴으로써 호흡 상태 분류기 학습 시 처리되는 계산량을 줄일 수 있는 장점이 있다.
- [0036] 상태 인덱스를 설정하는 단계(S105)는 제1 그룹에 포함된 호흡 주기들 각각에 대응되는 상태 인덱스를 설정하는 단계이다.
- [0037] 예컨대, 제1 그룹에 포함된 호흡주기들 각각에는 코골이 상태, 무호흡 상태 또는 정상 상태 중 어느 하나의 상태 인덱스가 설정될 수 있다.
- [0038] 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계(S107)는 제1 그룹에 포함된 호흡 주기들 각각의 호흡 소리 신호를 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계이다.
- [0039] 도 2를 참조하여 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계(S107)를 구체적으로 설명하면, 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계(S107)는 푸리에 변환을 수행하는 단계(S201), 파워 스펙트럼을 계산하는 단계(S203) 및 파워 스펙트럼들을 정규화하는 단계(S205)를 포함할 수 있다.
- [0040] 푸리에 변환을 수행하는 단계(S201)는 제1 그룹에 포함된 호흡 주기들 각각에 대해 푸리에 변환을 수행하는 단계이다.
- [0041] 수집된 호흡 소리 신호는 시간영역에 대한 호흡 소리의 세기를 나타내는 신호이므로, 수집된 호흡 소리 신호에 푸리에 변환(Fourier transform)을 수행하여 수집된 호흡 소리 신호를 주파수 영역의 신호로 변환시킬 수 있다.
- [0042] 파워 스펙트럼을 계산하는 단계(S203)는 푸리에 변환이 수행된 호흡 주기들에 포함된 주파수 성분들 각각의 파워 스펙트럼을 계산하는 단계로서, 주파수 영역의 신호로 변환된 호흡 주기들에 포함된 주파수 성분들 각각의 파워 스펙트럼이 계산될 수 있다.
- [0043] 파워 스펙트럼들을 정규화하는 단계(S205)는 호흡 주기들에 포함된 주파수 성분들 각각의 파워 스펙트럼들을 정규화하는 단계이다.
- [0044] 제2 그룹을 생성하는 단계(S109)는 주파수 영역의 신호로 변환된 호흡 주기들을 포함하는 제2 그룹을 생성하는 단계이다.
- [0045] 제2 그룹에 포함된 호흡 주기들은 주파수 성분들 및 각 주파수 성분의 파워 스펙트럼 외에도 각 호흡 주기마다 상태 인덱스를 설정하는 단계(S105)에서 설정된 상태 인덱스를 포함한다.
- [0046] 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S111)는 제2 그룹에 포함된 호흡 주기들에 포함된 주파수 성분들 중 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계이다.
- [0047] 즉, 호흡 주기에 포함된 주파수 성분들 중 제2 그룹에 포함된 호흡 주기들을 각 호흡 주기에 설정된 상태 인덱스에 따라 가장 잘 분류할 수 있는 특징이 되는 주파수 성분들이 선택될 수 있다.
- [0048] 예컨대, 결정 트리(Decision Tree)를 이용하여 특정 주파수 성분들이 선택될 수 있다. 제2 그룹에 포함된 호흡 주기들에 포함된 주파수 성분들 및 각 주파수 성분의 파워 스펙트럼에 기반하여 결정 트리를 생성함으로써, 제2 그룹에 포함된 호흡 주기들이 각 호흡 주기에 설정된 상태 인덱스별로 분류될 수 있다.
- [0049] 구축된 결정 트리의 분기 노드(리프 노드를 제외한 노드)들에는 제2 그룹에 포함된 호흡 주기들을 각 호흡 주기에 설정된 상태 인덱스별로 분류할 수 있는 요소(factor)로써 주파수 성분 및 주파수 성분의 파워 스펙트럼이 포함될 수 있다.
- [0050] 예컨대, 결정 트리의 루트 노드에는 537Hz 주파수 성분의 파워 스펙트럼이 27보다 큰지를 묻는 조건이

포함되며, 루트 노드의 자식 노드들 각각에는 27Hz 주파수 성분의 파워 스펙트럼이 10보다 큰지를 묻는 조건과 2116Hz 주파수 성분의 파워 스펙트럼이 15보다 큰지를 묻는 조건이 포함될 수 있다.

- [0051] 또한, 결정 트리의 순도(Purity)를 증가시키기 위해서 분기 노드들에는 동일한 주파수 성분이 중복되어 포함될 수 있다. 예컨대, 루트 노드가 아닌 분기 노드에서 537Hz 주파수 성분의 파워 스펙트럼이 10보다 큰지를 묻는 조건이 포함될 수 있다.
- [0052] 최종적으로 생성된 결정 트리의 분기 노드들에 포함된 주파수 성분들이 제2 그룹에 포함된 호홉 주기들을 분류하기 위한 특정 주파수 성분들로 선택될 수 있다.
- [0053] 본 발명의 일 실시예에서는 제2 그룹에 포함된 호홉 주기들을 각 호홉 주기에 설정된 상태 인덱스에 따라 분류하기 위한 분류 알고리즘으로써 결정 트리를 이용한 예시를 설명하였지만, 호홉 주기들을 분류하는데 사용될 수 있는 분류 알고리즘은 결정 트리에만 국한되는 것이 아니고, 호홉 주기들을 설정된 상태 인덱스에 따라 분류할 수 있는 알고리즘이라면 제한없이 이용될 수 있다.
- [0054] 호홉 상태 분류기를 학습시키는 단계(S113)는 제2 그룹에 포함된 호홉 주기들 각각에 설정된 상태 인덱스 및 각 호홉 주기들에 포함된 주파수 성분들 중 선택된 특정 주파수 성분들에 기반하여 호홉 상태 분류기를 학습시키는 단계이다.
- [0055] 도 3을 참조하여 호홉 상태 분류기를 학습시키는 단계(S113)를 구체적으로 설명하면, 호홉 상태 분류기를 학습시키는 단계(S113)는 호홉 상태 분류기에 입력하는 단계(S301), 오류의 개수를 산출하는 단계(S303) 및 파라미터를 조정하는 단계(S305)를 포함할 수 있다.
- [0056] 호홉 상태 분류기에 입력하는 단계(S301)는 제2 그룹에 포함된 호홉 주기들에 포함된 특정 주파수 성분들, 특정 주파수 성분들 각각의 파워 스펙트럼 및 각 호홉 주기에 설정된 상태 인덱스를 호홉 상태 분류기에 입력하는 단계이다.
- [0057] 본 발명의 일 실시예에 따른 호홉 상태 분류기 학습 방법은 제1 그룹을 생성하는 단계(S103)와 더불어 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S111)를 거치며 호홉 상태 분류기의 학습에 이용되는 데이터 셋의 양을 감소시킴으로써, 호홉 상태 분류기 학습과정에서 필요한 계산량을 감소시키는 장점이 있다.
- [0058] 오류의 개수를 산출하는 단계(S303)는 호홉 상태 분류기에서 출력된 결과에서 오류의 개수를 산출하는 단계이다.
- [0059] 호홉 상태 분류기에서는 입력된 각 호홉 주기에 포함된 특정 주파수 성분들 및 특정 주파수 성분들 각각의 파워 스펙트럼에 기반하여 정상 상태, 코골이 상태 또는 무호홉 상태 중 어느 하나가 결과로 출력된다.
- [0060] 호홉 상태 분류기에서 각각의 호홉 주기에 대하여 출력된 결과와 호홉 주기들 각각에 설정된 상태 인덱스를 비교하여 동일하지 않은 경우 오류가 발생한 것으로 판단되며, 제2 그룹에 포함된 호홉 주기들 전체에 대하여 발생한 오류의 개수가 산출될 수 있다.
- [0061] 예컨대, 제1 호홉 주기에 설정된 상태 인덱스가 정상 상태이지만, 호홉 상태 분류기에서 출력된 제1 호홉 주기에 대한 결과가 코골이 상태인 경우, 오류가 발생한 것으로 판단될 수 있다.
- [0062] 파라미터를 조정하는 단계(S305)는 산출된 오류의 개수가 기설정된 오류 개수를 초과한 경우 호홉 상태 분류기의 파라미터를 조정하는 단계이다.
- [0063] 예컨대, 1차 학습 시 산출된 오류의 개수가 100개 이고, 기설정된 오류 개수가 50개인 경우, 1차 학습 시 산출된 오류의 개수가 기설정된 오류 개수를 초과하였기 때문에, 2차 학습에서 산출되는 오류의 개수가 줄어들도록 호홉 상태 분류기의 파라미터가 조정될 수 있다.
- [0064] 파라미터가 조정된 후, 산출되는 오류의 개수가 기설정된 오류 개수 이하일 때까지 호홉 상태 분류기에 입력하는 단계(S301) 내지 파라미터를 조정하는 단계(S305)가 반복적으로 수행될 수 있다.
- [0065] 예컨대, 1차 학습의 결과로 파라미터가 조정된 후, 파라미터가 조정된 호홉 상태 분류기에 제2 그룹에 포함된 호홉 주기들의 특정 주파수 성분들, 특정 주파수 성분들 각각의 파워 스펙트럼 및 각 호홉 주기에 설정된 상태 인덱스들이 입력될 수 있다. 2차 학습의 결과로 산출된 오류의 개수가 기설정된 오류 개수를 초과하면 호홉 상태 분류기의 파라미터가 또 조정되고, 3차 학습이 진행될 수 있다. N차 학습 결과로 산출된 오류의 개수가 기설정된 오류 개수 이하인 경우 호홉 상태 분류기의 학습이 종료된다.

- [0066] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태 판단 방법을 간략히 도시한 순서도이다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태 판단 방법은 호흡 주기들을 구분하는 단계(S401), 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계(S403), 파워 스펙트럼들을 계산하는 단계(S405), 호흡 상태 분류기에 입력하는 단계(S407) 및 호흡 상태를 판단하는 단계(S409)를 포함할 수 있다.
- [0068] 호흡 주기들을 구분하는 단계(S401)는 수집된 호흡 소리 신호들의 호흡 주기들을 구분하는 단계로서, 수집된 호흡 소리 신호들을 호흡 주기마다 구분할 수 있는 알고리즘이라면 제한없이 이용될 수 있다.
- [0069] 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계(S403)는 구분된 호흡 주기들 각각의 호흡 소리 신호를 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계이다.
- [0070] 구분된 호흡 주기들은 시간 영역의 호흡 소리 신호이기 때문에, 푸리에 변환을 수행하여 주파수 영역의 신호로 변환될 수 있다.
- [0071] 파워 스펙트럼들을 계산하는 단계(S405)는 주파수 영역의 신호로 변환된 호흡 주기들에 포함된 주파수 성분들 중 특정 주파수 성분들의 파워 스펙트럼들을 계산하는 단계이다.
- [0072] 특정 주파수 성분들은 호흡 상태 분류기 학습 방법에 따라 호흡 상태 분류기가 학습될 때 선택된 특정 주파수 성분들과 동일한 것으로, 주파수 영역의 신호로 변환된 호흡 주기들에 포함된 주파수 성분들 중 호흡 상태를 가장 잘 판단(분류)할 수 있는 특정 주파수 성분들의 파워 스펙트럼들만이 계산된다.
- [0073] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태 판단 방법은 호흡 주기들의 호흡 상태를 판단하기에 가장 적절한 특정 주파수 성분들만을 이용하여 호흡 상태를 판단함으로써, 외부 잡음에 의한 오분류의 가능성을 줄이고, 처리해야할 데이터의 양을 감소시켜 호흡 상태를 빠르게 판단할 수 있는 장점이 있다.
- [0074] 호흡 상태 분류기에 입력하는 단계(S407)는 호흡 주기들 각각에 포함된 특정 주파수 성분들 및 특정 주파수 성분들 각각의 파워 스펙트럼을 호흡 상태 분류기 학습 방법에 따라 학습된 호흡 상태 분류기에 입력하는 단계이다.
- [0075] 본 명세서에서 '포함하다' 라는 표현으로 언급되는 구성요소, 특징, 및 단계는 해당 구성요소, 특징 및 단계가 존재함을 의미하며, 하나 이상의 다른 구성요소, 특징, 단계 및 이와 동등한 것을 배제하고자 함이 아니다.
- [0076] 본 명세서에서 단수형으로 특정되어 언급되지 아니하는 한, 복수의 형태를 포함한다. 즉, 본 명세서에서 언급된 구성요소 등은 하나 이상의 다른 구성요소 등의 존재나 추가를 의미할 수 있다.
- [0077] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함하여, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자(통상의 기술자)에 의하여 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다.
- [0078] 즉, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0079] 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법에 대해 상세하게 설명한다.
- [0080] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법을 간략히 도시한 순서도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기를 생성하기 위한 학습용 데이터베이스 구축 과정을 도시한 순서도이고, 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른 한 주기 호흡신호의 주파수 성분들 중에서 호흡상태 판별에 유효한 특정 주파수 성분들을 선택하는 과정을 도시한 순서도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기를 학습시키는 과정을 도시한 순서도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 생성한 호흡상태 분류기를 이용하여 실시간으로 호흡상태를 판단하는 과정을 도시한 순서도이다.
- [0081] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡상태 분류기의 생성 방법 및 생성한 호흡상태 분류기를 이용한 호흡상태 판단 방법은 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100), 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S200), 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계(S300) 및 실시간으로 호흡상태를 분류하는 단계(S400)를 포함할 수 있다.

- [0082] 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100)는 호흡상태 분류기의 생성을 위한 학습에 사용될 데이터를 수집, 가공 및 저장하는 단계로서, 도 2를 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0083] 도 2를 참조하면, 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100)는 호흡신호 파일을 읽는 단계(S101), 호흡주기를 구분하는 단계(S102), 중복되지 않도록 무작위로 한 주기 호흡신호를 선택하는 단계(S103), 한 주기 호흡신호의 정규화된 주파수 파워스펙트럼을 계산하는 단계(S104), 한 주기 호흡신호의 호흡상태표시값을 지정하는 단계(S105) 및 한 주기 호흡신호의 주파수 스펙트럼 및 호흡상태표시값을 데이터베이스에 저장하는 단계(S106)를 포함할 수 있다.
- [0084] 호흡신호 파일을 읽는 단계(S101)는 별도의 방법으로 미리 수집되어 데이터베이스에 저장된 다수의 수면 호흡신호 스트리밍 파일들 중 하나의 파일을 읽는 과정이다.
- [0085] 호흡주기를 구분하는 단계(S102)는 긴 시간의 호흡신호 스트리밍에서 호흡의 한 주기, 즉 호흡의 시작점에서 끝점(다음 호흡의 시작점)까지를 구분하는 과정으로, 신호 품질 개선을 위한 필터링, 직류 성분 제거 및 정규화 등의 전처리 과정들이 포함될 수 있다. 호흡주기를 구분하는 단계(S102)에는 호흡의 한 주기를 구분할 수 있는 어떠한 방법도 적용이 가능하다.
- [0086] 중복되지 않도록 무작위로 한 주기 호흡신호를 선택하는 단계(S103)는 호흡주기를 구분하는 단계(S102)를 수행함에 의해 구분된 수많은 한 주기 호흡신호 구간으로 이루어진 긴 시간의 호흡신호 스트리밍에서 기존에 선택된 한 주기 호흡신호와 중복되지 않도록 한 주기 호흡신호를 무작위로 선택하는 과정이다.
- [0087] 한 주기 호흡신호의 정규화된 주파수 파워스펙트럼을 계산하는 단계(S104)는 중복되지 않도록 무작위로 한 주기 호흡신호를 선택하는 단계(S103)에서 선택된 한 주기 호흡신호를 푸리에 변환(Fourier Transform)을 통해 주파수 영역으로 변환하여 파워스펙트럼을 구하고, 적절한 정규화 방법을 적용하는 과정이다. 정규화의 목적은 수면 호흡신호 감지 환경의 차이에 따라 수집되는 원시 신호의 강도가 달라짐으로 인하여 호흡상태 판별의 정확성에 부정적으로 작용하는 요인을 제거하는 것이며, 이러한 목적을 달성할 수 있는 정규화 방법이라면 제한없이 적용될 수 있다.
- [0088] 한 주기 호흡신호의 호흡상태표시값을 지정하는 단계(S105)는 기설정된 기준에 따라 한 주기 호흡신호가 어떤 호흡상태인지를 지정하는 단계로서, 호흡상태표시값에는 정상 호흡 상태, 코골이 상태 또는 무호흡 상태의 표시값이 포함되며, 코골이 상태의 수준 및 무호흡 상태의 수준을 표시하는 표시값이 더 포함될 수 있다.
- [0089] 예컨대, 호흡상태표시값을 지정하기 위해 기설정된 기준은 사람이 한 주기 호흡신호의 소리를 듣고 호흡상태를 나타내는 호흡상태표시값을 지정할 수 있는 기준이거나, 기계에 의하여 자동적으로 판단되어 한 주기 호흡신호들에 대한 호흡상태를 나타내는 호흡상태표시값이 지정될 수 있는 기준으로 설정될 수 있다.
- [0090] 기계에 의한 판단의 일례로는 소리 강도 측정기를 이용하거나 이미 만들어져 있는 호흡상태 분류기를 이용할 수 있다. 이때, 호흡신호의 상태는 정상 호흡, 코골이 및 무호흡으로 구별될 수 있고, 예시적으로 코골이는 약함에 따라 강함까지의 몇 단계로 세분화하여 구분된 상태일 수도 있다. 또한, 호흡신호의 호흡상태표시값은 숫자, 단어, 또는 기호 등을 사용할 수 있다.
- [0091] 한 주기 호흡신호의 주파수 성분의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값을 데이터베이스에 저장하는 단계(S106)는 선택된 한 주기 호흡신호에 대해, 정규화된 주파수 성분의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값을 하나의 쌍으로 한 데이터 엔트리를 데이터베이스에 저장하는 과정이다.
- [0092] 중복되지 않도록 무작위로 한 주기 호흡신호를 선택하는 단계(S103) 내지 한 주기 호흡신호의 주파수 성분의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값을 데이터베이스에 저장하는 단계(S106)는 하나의 파일에서 더 이상 한 주기 호흡신호의 선택이 요구되지 않을 때까지 반복될 수 있다.
- [0093] 즉, 한 주기에 해당하는 호흡신호에 대해, 주파수 성분의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값의 쌍이 얻어지면, 다음 한 주기(이전에 선택하였던 한 주기의 호흡 신호를 제외한 다른 주기)에 해당하는 호흡신호를 선택(S103), 선택된 호흡 신호의 정규화된 주파수 파워스펙트럼을 계산(S104), 선택된 호흡 신호에 대해 호흡상태표시값을 지정(S105)하여, 다음 한 주기에 해당하는 호흡신호에 대한 주파수 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값의 쌍을 데이터베이스에 저장한다.
- [0094] 개별 주기에 해당하는 복수의 호흡신호들에 대해, 필요한 개수의 주파수 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값으로 구성된 데이터 쌍이 얻어지는 경우, 다른 수면 호흡신호 스트리밍 파일을 읽어온다. 이후 다른 수면 호흡신호

스트리밍 파일에 대하여 S102 내지 S106을 반복한다.

- [0095] 호흡신호 파일을 읽는 단계(S101) 내지 한 주기 호흡신호의 주파수 스펙트럼 및 호흡상태표시값을 데이터베이스에 저장하는 단계(S106)는 더 이상 새로운 호흡신호 파일에 대한 처리가 요구되지 않을 때까지 반복된다.
- [0096] 즉, 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100)는 하나의 호흡 주기에 해당하는 호흡신호의 주파수 성분들의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값으로 이루어진 데이터 쌍을 획득하고, 하나의 파일에서 더 이상 한 주기 호흡신호의 선택이 요구되지 않는 특정 조건이 만족될 때까지 다른 호흡주기에 해당하는 호흡신호들 각각에 대해 데이터 쌍을 획득하는 과정이 반복적으로 수행될 수 있다. 그리고 하나의 파일에 대해 특정 조건이 만족될 때까지 데이터 쌍들이 획득된 경우, 더 이상 새로운 호흡신호 파일에 대한 처리가 요구되지 않을 때까지 다음 호흡신호 파일에 대해서 데이터 쌍들을 획득하는 과정이 반복적으로 수행될 수 있다.
- [0097] 예컨대, 특정 조건은 하나의 파일에서 각 호흡상태마다 획득된 데이터 쌍들의 개수가 기설정된 최대 개수를 만족한 경우로서, 하나의 파일에서 각 호흡상태마다 기설정된 개수의 데이터 쌍들이 획득되면(특정 조건을 만족하면) 하나의 파일에 대한 반복 수행이 종료될 수 있다.
- [0098] 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S200)는 한 주기의 호흡신호에 포함되어 있는 주파수 성분들 중에서 호흡상태 분류에 유효한 정보를 담고 있는 일부 주파수 성분들만을 선별하는 단계로서, 도 3을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0099] 도 3을 참조하면, 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S200)는 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 읽는 단계(S201), 결정나무(Decision tree) 분류기를 생성하는 단계(S202) 및 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S203)를 포함할 수 있다.
- [0100] 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 읽는 단계(S201)는 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100)에서 구축된 분류기 학습용 데이터베이스를 읽어 들이는 단계이다.
- [0101] 결정나무(Decision tree) 분류기를 생성하는 단계(S202)는 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스에서 읽어들이는 데이터를 이용하여 결정나무 분류기를 생성하는 단계로서, 데이터 쌍들에 포함된 주파수 성분들을 입력특징으로 하고 상기 주파수 성분의 파워스펙트럼 값을 입력특징의 값으로 하여 호흡상태표시값에 따라 분류하는 결정나무 분류기가 생성될 수 있다.
- [0102] 결정나무 분류기는 시각적이고 명시적인 방법으로 의사 결정 과정과 결정된 의사를 보여주는 분류기의 일종으로, 나무를 뒤집어 놓은 모양으로 표현할 수 있으며, 뿌리노드(Root node)에서 내부노드(Internal node)를 거쳐 잎노드(Leaf node)로 이어지는 경로에 의하여 분류가 이루어진다.
- [0103] 결정나무의 뿌리노드 및 내부노드들에는 하나의 입력특징(본 발명의 경우에는 주파수 성분)이 대응되고 다음 단계의 노드로 연결되는 가지(Branch)는 현재의 노드에 대응된 입력특징이 가질 수 있는 값의 조건(본 발명의 경우 주파수 성분의 파워스펙트럼 값의 범위 또는 몇 개중 하나를 선택)이 대응된다. 잎노드에는 분류영역(예컨대, 호흡상태표시값인 정상 호흡 상태, 코골이 상태 및 무호흡 상태의 3가지 영역) 중 하나가 대응된다.
- [0104] 결정나무 분류기의 생성은 하나의 노드에 주어진 데이터 집합이 가장 최적으로 분류될 수 있도록 해당 노드의 입력특징 및 입력특징 값의 조건을 찾고, 값의 조건에 대응되는 가지들 및 다음 단계의 노드들을 확장하며, 가지에 대응되는 값의 조건에 맞는 데이터의 부분집합을 해당 가지를 따라 확장된 다음 단계의 노드로 배분한다. 이와 같은 확장 및 데이터 배분 과정을 각 노드에서 반복하면서 나무 구조를 확장시켜 나간다. 즉, 호흡상태표시값에 따라 분류된 데이터 쌍들의 오분류 비율이 기설정된 비율 이하가 될 때까지, 데이터 쌍들을 지정된 호흡상태표시값에 따라 분류함으로써 결정나무 분류기가 생성될 수 있다. 확장된 노드에서의 오분류 비율이 기설정된 비율 이하가 될 경우 해당 노드는 잎노드가 된다.
- [0105] 본 발명의 일 실시예에 따른 결정나무 분류기 생성 방법에서, 데이터의 입력특징은 주파수 성분이며, 값의 조건은 해당 주파수 성분의 파워스펙트럼 값의 범위에 대응된다.
- [0106] 예를 들어, 뿌리노드 또는 하나의 내부 노드가 입력특징 및 입력특징 값으로 ‘205번째 주파수 성분의 파워스펙트럼’ 과 값의 조건으로 ‘27보다 큰가?’ 에 의해 ‘205번째 주파수 성분의 파워스펙트럼 값이 27보다 큰가?’ 라는 최적의 이진 분류 기준을 가질 경우, ‘27보다 큰’ 조건에 대응되는 하나의 가지와 ‘27보다 작거나 같은’ 조건에 대응되는 또 다른 하나의 가지와 각각의 가지를 따라 확장된 두 개의 다음 단계 노드가 형성되고, 27보다 큰 데이터의 부분집합과 27보다 작거나 같은 데이터의 부분집합이 각각 조건이 대응되는 다음 단계의 두

노드로 배분된다.

- [0107] 만약, 새롭게 확장된 노드에 배정된 데이터 집합이 특정 조건에 부합될 경우 해당 노드를 잎노드로 규정하고 데이터 집합의 속성에 따라 분류영역이 지정된다. 일례로, 특정 조건은 ‘어느 하나의 분류영역에 속하는 구성 요소들의 비율이 일정 수준 이상이 될 경우’ 로 설정할 수 있다.
- [0108] 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S203)는 최종적으로 완성된 결정나무에 포함된 뿌리노드 및 내부노드들에 대응되는 주파수 성분들만을 새로운 입력특징으로 선택하는 단계로서, 일반적으로 결정나무의 노드에 나타나는 주파수 성분의 숫자는 전체 주파수 성분의 수보다 월등히 적으며, 선택된 입력특징들은 데이터의 분류에 충분하고 유효한 정보를 제공한다고 해석될 수 있다.
- [0109] 즉, 최종적으로 완성된 결정나무에 포함된 뿌리노드 및 내부노드들에 입력특징으로 포함된 주파수 성분들을 특정 주파수 성분으로 선택하는 것이다.
- [0110] 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계(S300)는 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S200)에서 선택된 특정 주파수 성분들만을 입력특징으로 하는 데이터를 이용하여 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계로서, 도 3을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0111] 도 3을 참조하면, 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계(S300)는 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 읽는 단계(S301), 선택된 주파수 성분들의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값을 호흡상태 분류기에 입력하는 단계(S302), 호흡상태 분류기의 출력을 계산하는 단계(S303), 호흡상태 분류기의 오류를 계산하는 단계(S304) 및 호흡상태 분류기의 파라미터를 수정하는 단계(S305)를 포함할 수 있다.
- [0112] 본 발명에서는 호흡상태 분류기의 종류를 특정하지 않으며 파워스펙트럼 값을 입력으로 하여 호흡상태를 출력할 수 있는 어떤 분류기의 사용도 가능하다. 예컨대, 베이지안(Bayesian) 분류기, 다층퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron, MLP) 분류기, SVM(Support Vector Machine) 등과 같은 분류기를 호흡상태 분류기로 사용할 수 있으며, 분류기의 일종인 결정나무(Decision tree)의 경우, 본 발명에서는 특정 주파수 성분을 선택하는 목적으로 사용된다.
- [0113] 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 읽는 단계(S301)는 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100)에서 구축된 분류기 학습용 데이터베이스에 저장된 데이터들을 읽어오는 단계이다. 구축된 분류기 학습용 데이터베이스에는 한 주기 호흡신호의 주파수 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값이 쌍으로 저장되어 있으며, 이 데이터들을 이용하여 호흡상태 분류기를 학습시키게 된다.
- [0114] 선택된 주파수 성분들의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값을 호흡상태 분류기에 입력하는 단계(S302)는 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S200)에서 결정나무 분류기에 의해 선택된 특정 주파수 성분들의 파워스펙트럼과 호흡상태표시값을 호흡상태 분류기에 입력하는 단계로서, 호흡상태 분류기의 특징에 따라 입력의 세부 사항이 결정될 수 있다.
- [0115] 호흡상태 분류기의 출력을 계산하는 단계(S303)는 입력된 데이터에 대한 분류기의 출력값을 계산하는 단계로서, 출력값을 계산하는 방법은 분류기에 따라 결정된다.
- [0116] 호흡상태 분류기의 오류를 계산하는 단계(S304)는 분류기의 출력값과 호흡상태표시값과의 차이를 계산하는 단계로서, 차이에 의한 오류의 정의(개념)를 반영하는 계산 방법 및 계산식이라면 제한 없이 적용될 수 있다.
- [0117] 예컨대, 다층퍼셉트론 분류기를 호흡상태 분류기로 이용하는 경우, 입력된 하나의 데이터 p 대하여 호흡상태표시값이 $\vec{t} = [t_1 t_2 \dots t_c]'$ 라는 벡터로 표현되고 출력값이 $\vec{o} = [o_1 o_2 \dots o_c]'$ 라는 벡터로 표현될 때 오류는 두 벡터의 차이를 반영하는 다음과 같은 수식으로 계산될 수 있다:

[0118]
$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^c (t_i - o_i)^2$$

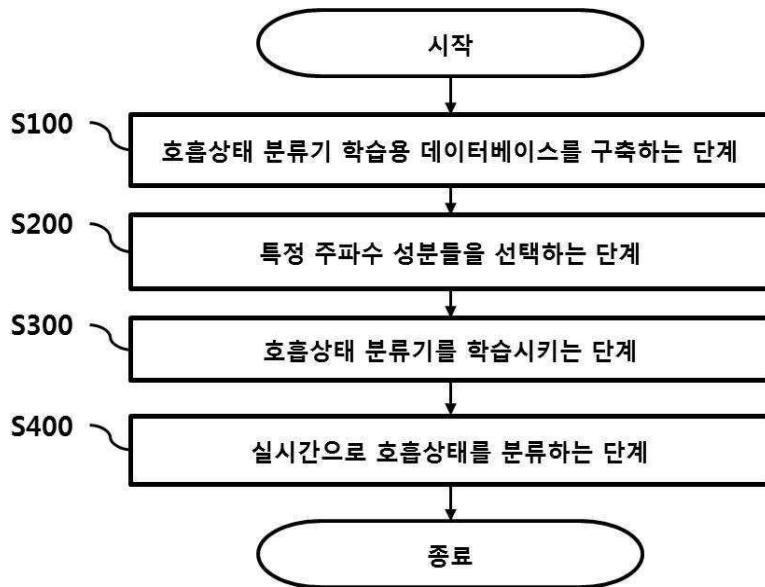
[0119] 또한, 학습에 사용되는 n 개의 전체 데이터에 대한 오류는 각 데이터에 의해 발생하는 오류들을 합한 다음과 같은 수식으로 계산될 수 있다:

[0120]
$$E = \sum_{p=1}^n E_p = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^n \sum_{i=1}^c (t_i - o_i)^2$$

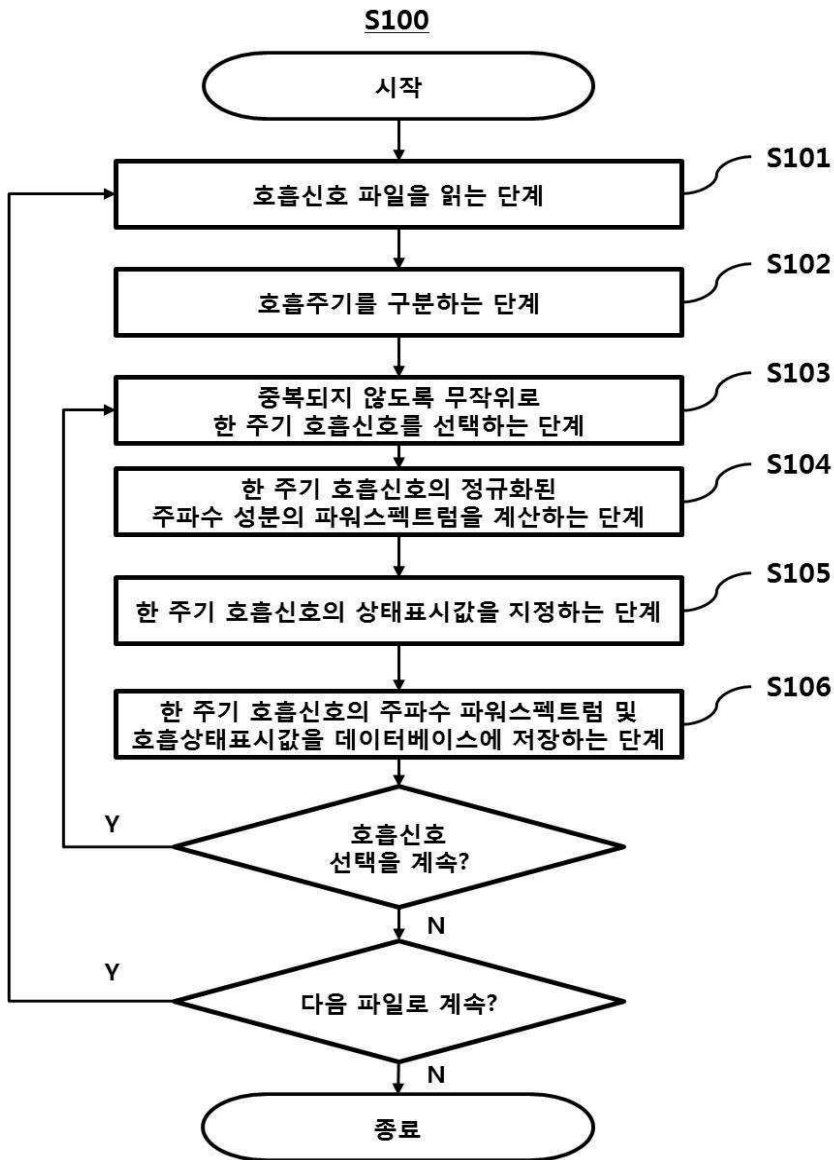
- [0121] 호흡상태 분류기의 파라미터를 수정하는 단계(S305)는 분류기의 오류를 최소화할 수 있도록 분류기를 특징하는 파라미터들의 값을 조정하는 단계로서, 파라미터들을 조정하는 방법은 분류기의 종류에 따라 결정된다.
- [0122] 상기 선택된 주파수 성분들의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값을 호흡상태 분류기에 입력하는 단계(S302) 내지 호흡상태 분류기의 파라미터를 수정하는 단계(S305)는 미리 설정된 학습 중단조건에 도달할 때까지 반복적으로 수행될 수 있으며, 학습 중단조건은 호흡상태 분류기의 세부적인 학습 방법 및 사용자의 설정에 따라 달라질 수 있다.
- [0123] 학습 중단조건은 일례로 다층퍼셉트론의 경우, 기설정된 횟수만큼 학습이 반복 수행되거나, 발생된 오류가 기설정된 기준 이하에 도달한 경우 반복 학습을 중단한다.
- [0124] 실시간으로 호흡상태를 분류하는 단계(S400)는 상기 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계(S300)에 의해 학습이 완료되어 생성된 호흡상태 분류기를 이용하여, 연속적으로 입력되는 호흡신호 스트리밍의 각 호흡주기의 호흡신호들에 대해 호흡상태를 판별하는 단계로서, 도 5를 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0125] 도 5를 참조하면, 마이크와 같은 장치를 이용한 호흡신호를 감지하는 단계(S401), 호흡주기를 구분하는 단계(S402), 한 주기 호흡신호의 정규화된 주파수 스펙트럼을 계산하는 단계(S403), 선택된 주파수 성분들의 스펙트럼을 호흡상태 분류기에 입력하는 단계(S404), 호흡상태 분류기의 출력을 계산하는 단계(S405) 및 호흡상태를 판별하는 단계(S406)를 포함할 수 있다.
- [0126] 호흡신호를 감지하는 단계(S401)는 마이크와 같이 호흡소리를 감지할 수 있는 장치에 의하여 연속된 호흡신호 스트리밍을 실시간으로 감지하는 과정이다.
- [0127] 호흡주기를 구분하는 단계(S402)는 실시간으로 감지되는 호흡신호 스트리밍에서 호흡의 한 주기, 즉 호흡의 시작점에서 끝점(다음 호흡의 시작점)까지를 구분하는 단계로서, 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100)를 구성하는 호흡주기를 구분하는 단계(S102)와 기능적으로 동일하다.
- [0128] 한 주기 호흡신호의 정규화된 주파수 스펙트럼을 계산하는 단계(S403)는 선택된 한 주기 호흡신호를 푸리에 변환(Fourier Transform)에 의해 주파수 영역으로 변환하여 파워스펙트럼을 구하고 적절한 정규화 방법을 적용하는 단계로서, 호흡상태 분류기 학습용 데이터베이스를 구축하는 단계(S100)를 구성하는 한 주기 호흡신호의 정규화된 주파수 스펙트럼을 계산하는 단계(S104)와 기능적으로 동일하다.
- [0129] 선택된 주파수 성분들의 스펙트럼을 호흡상태 분류기에 입력하는 단계(S404)는 특정 주파수 성분들을 선택하는 단계(S200)에서 생성된 결정나무 분류기에 의해 선택된 특정 주파수 성분들의 파워스펙트럼을 호흡상태 분류기에 제공하는 단계로서, 선택된 주파수 성분들의 파워스펙트럼 및 호흡상태표시값을 호흡상태 분류기에 입력하는 단계(S302)에서 호흡상태표시값을 제외한 파워스펙트럼만을 입력하는 것과 동일하다.
- [0130] 호흡상태 분류기의 출력을 계산하는 단계(S405)는 파워스펙트럼을 입력으로 하여 호흡상태 분류기의 출력 값을 계산하는 단계로서, 호흡상태 분류기를 학습시키는 단계(S300)를 구성하는 호흡상태 분류기의 출력을 계산하는 단계(S303)와 기능적으로 동일하다.
- [0131] 호흡상태를 판별하는 단계(S406)는 호흡상태 분류기의 출력에 따라 호흡상태를 정상 호흡 상태, 코골이 상태 또는 무호흡 상태 중 어느 하나로 판별하는 단계이다.
- [0132] 호흡주기를 구분하는 단계(S402) 내지 호흡상태를 판별하는 단계(S406)는 연속적으로 입력되는 호흡신호에 대하여 연속적으로 반복될 수 있다.
- [0133] 비록 본 명세서에서의 설명은 예시적인 몇 가지 사례로 기술되었지만, 후술되는 특허청구범위에 의해 정의되는 범주 내에서 다양한 수정이나 변경이 이루어질 수 있으며, 본 발명의 기술적인 보호범위는 다음의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

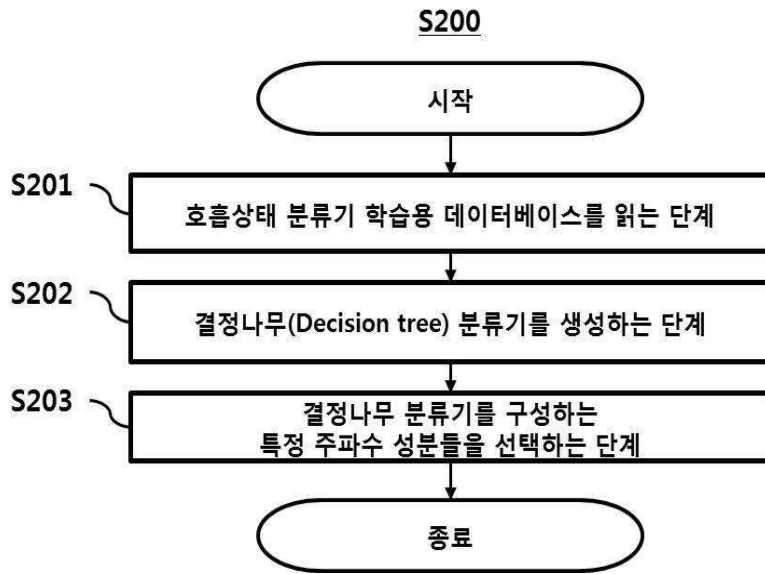
도면1



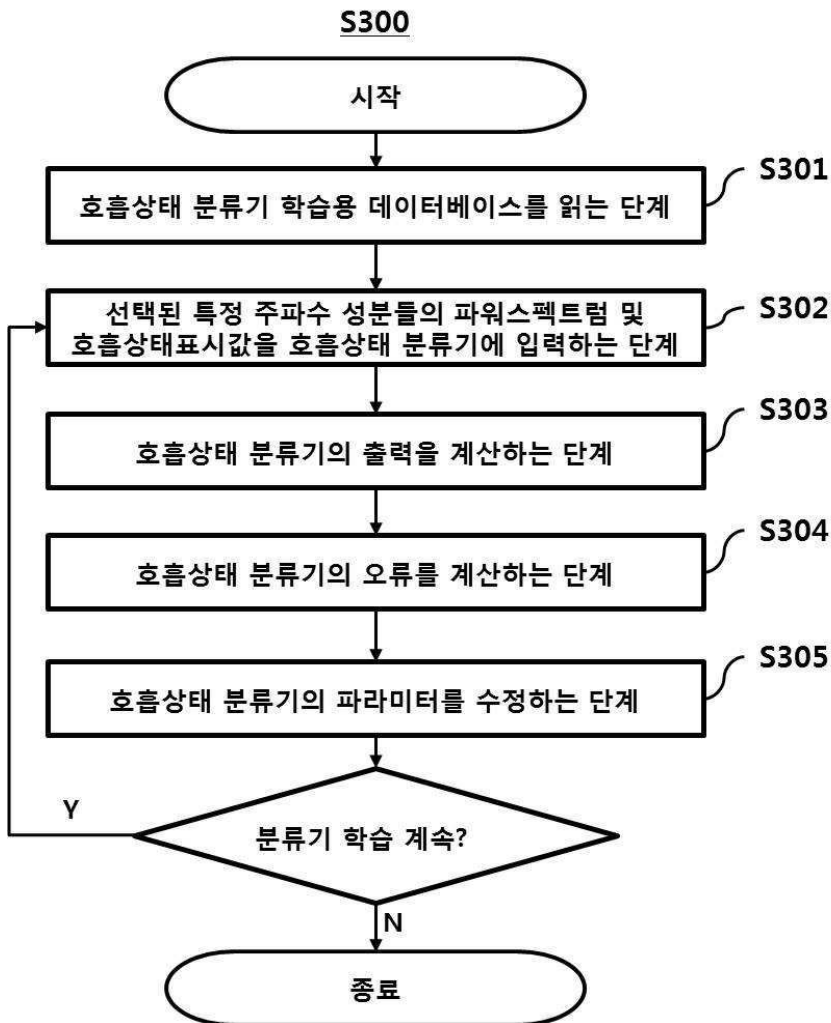
도면2



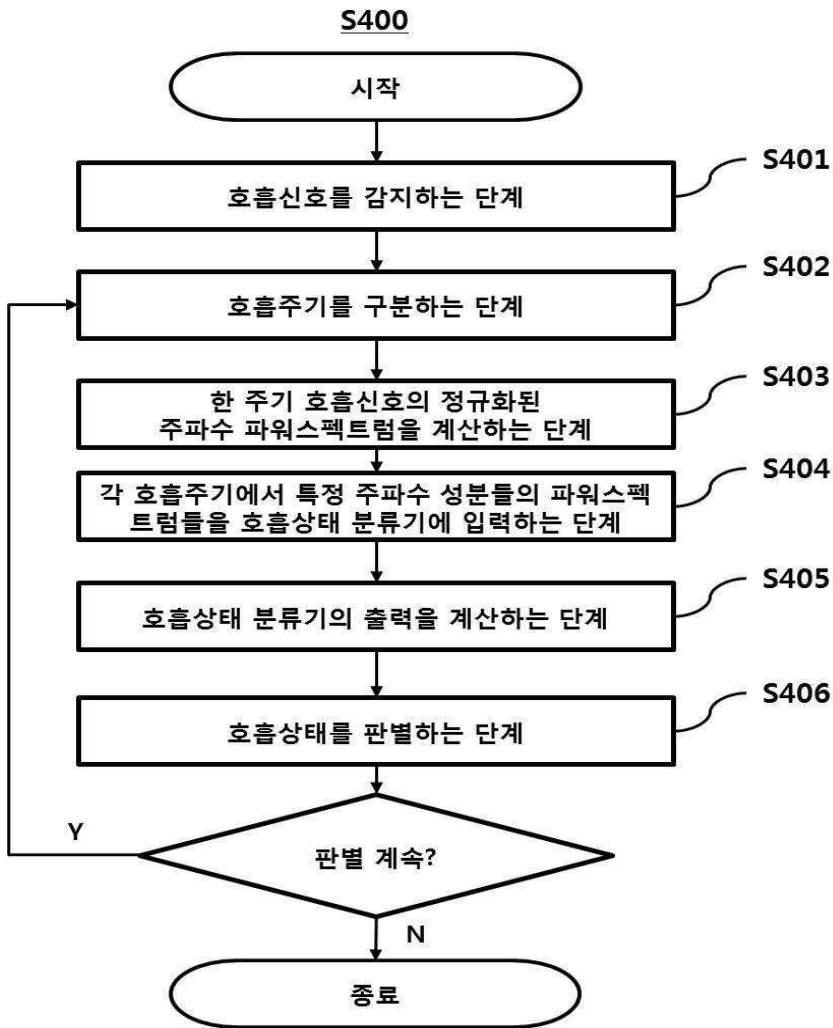
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	呼吸状态分类器的生成方法以及使用生成的呼吸状态分类器进行呼吸状态判定的方法		
公开(公告)号	KR1020190140683A	公开(公告)日	2019-12-20
申请号	KR1020180067491	申请日	2018-06-12
[标]申请(专利权)人(译)	全南大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	全南国家学术基金会		
[标]发明人	원용관		
发明人	원용관		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/082 A61B5/4818 A61B5/7264 A61B5/0826 A61B5/7267 A61B5/7282 A61B7/003 G16H20/30 G16H40/63 G16H50/20 G16H50/30 A61B5/0803 A61B5/743		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的一个实施例，一种呼吸状态分类器生成方法包括以下步骤：根据每个呼吸周期划分预先收集的呼吸信号；相对于每个周期从分割的呼吸信号中选择的多个个体周期呼吸信号，获取指定呼吸状态指示值和计算出的频率分量的功率谱的数据对；在频率分量中选择特定的频率分量；将指定的呼吸状态指示值和特定频率分量对应的功率谱的数据对输入到呼吸状态分类器中；根据分类器输出的结果训练呼吸状态分类器。根据本发明的实施例，一种实时呼吸状态确定方法包括以下步骤：收集通过诸如麦克风之类的呼吸信号感测装置收集的连续流式呼吸信号，以及相对于所收集的呼吸顺序地分类。呼吸信号将选择的特定频率分量的功率谱输入到通过对与划分的一个呼吸周期相对应的呼吸信号训练呼吸状态分类器而生成的呼吸状态分类器中；根据输入的呼吸状态分类器的输出结果，确定单周期呼吸信号的呼吸状态。根据本发明，可以快速且准确地确定呼吸状态。

