

명세서

발명의 명칭: 인공지능 분석을 이 용한 폐울혈 상태 감별 장치 및 방법

기술분야

- [1] 아래 개시는 인공지능 분석을 이용한 폐울혈 상태 감별 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 심부전에 의한 폐울혈 상태를 감별하는 기술은 혈액 바이오마커 (예: BNP, NT-proBNP, ST2), 폐 이미징 (예: 흉부 X 레이(chest X-ray), 흉부 CT(chest CT)) 및 폐 동맥에 삽입된 센서를 통해 폐동맥 압력을 모니터링하는 CadioMEMS 등이 있다. 급성 심부전으로 인한 체액 과다 상태는 공기의 흐름을 통해 목소리를 생성하는 주요기관인 폐, 후두 및 조음 기관(예: 성대, 혀, 구개, 입 근육)에 부종을 일으킬 수 있다.

발명의 상세한 설명

과제 해결 수단

- [3] 일 실시예에 따른 인공지능 분석을 이용한 폐울혈 상태 감별 장치는, 사용자의 음성 데이터를 수신하는 데이터 수신부, 원도형 처리를 통해 상기 수신한 음성 데이터로부터 상기 음성 데이터의 일부에 대응하는 부분 음성 데이터를 추출하고, 상기 추출한 부분 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환하는 데이터 전처리부 및 뉴럴 네트워크 기반의 폐울혈 상태 감별 모델 및 상기 스펙트로그램을 이용하여 상기 사용자의 폐울혈 상태 정보를 포함하는 감별 데이터를 출력하는 폐울혈 상태 감별부를 포함할 수 있다.
- [4] 상기 폐울혈 상태 감별 모델은, 컨볼루션 레이어(convolution layer), 텐스 레이어(dense layer), 트랜지션 레이어(transition layer) 및 분류 레이어(classify layer)를 포함하는 텐스넷(densenet)인 것일 수 있다.
- [5] 상기 폐울혈 상태 감별 모델은 텐스넷이고, 상기 텐스넷의 스킵 연결(skip-connection)을 통한 히든 특징(hidden feature)을 추출하고, 상기 추출된 히든 특징을 이용하여 상기 폐울혈 상태 정보를 결정하는 것일 수 있다.
- [6] 상기 폐울혈 상태 감별 모델의 출력은, 상기 사용자의 폐울혈이 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 상기 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [7] 상기 폐울혈 상태 감별 모델은, 비전 트랜스포머(vision transformer)이고, 상기 폐울혈 상태 감별 모델은 상기 스펙트로그램의 특징 벡터의 차원을 변환하는 프로젝트션부, 트랜스포머 인코더(transformer encoder) 및 분류 레이어(classify layer)를 포함할 수 있다.

- [8] 상기 데이터 전처리부는, 상기 스펙트로그램을 복수의 부분 스펙트로그램들로 분할하고, 상기 분할된 부분 스펙트로그램들 중 적어도 하나가 상기 비전 트랜스포머에 입력될 수 있다.
- [9] 상기 비전 트랜스포머는, 상기 분할된 부분 스펙트로그램에 벡터 투영(vector projection)을 수행하고, 상기 벡터 투영된 부분 스펙트로그램의 어텐션(attention)을 계산하고, 상기 계산된 어텐션을 기초로 폐울혈 상태 정보를 결정할 수 있다.
- [10] 사용자의 음성 데이터는, 급성 심부전에 의한 폐울혈이 걸린 환자의 음성 데이터일 수 있다.
- [11] 상기 스펙트로그램은, 사용자의 음성 데이터가 푸리에 변환(Fourier transform)에 의해 상기 음성 데이터에 대응되는 주파수 정보로 변환되고, 상기 주파수 정보의 스케일을 멜-스케일(mel-scale)로 변환한 그래프로 나타낸 멜-스펙트로그램일 수 있다.
- [12] 상기 폐울혈 상태 감별 모델에는, 상기 스펙트로그램이 입력되고, 상기 사용자의 사용자 정보 및 상기 사용자의 혈액 검사 정보 중 적어도 하나가 더 입력될 수 있다.
- [13] 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 장치에 의해 수행되는 폐울혈 상태 감별 방법은, 데이터 수신부를 통해 사용자의 음성 데이터를 수신하는 동작, 원도형 처리를 통해 상기 수신한 음성 데이터로부터 상기 음성 데이터의 일부에 대응하는 부분 음성 데이터를 추출하고, 상기 추출한 부분 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환하는 동작 및 뉴럴 네트워크 기반의 폐울혈 상태 감별 모델 및 상기 스펙트로그램을 이용하여 상기 사용자의 폐울혈 상태 정보를 포함하는 감별 데이터를 획득하는 동작을 포함할 수 있다.
- [14] 상기 폐울혈 상태 감별 방법은, 상기 스펙트로그램을 복수의 부분 스펙트로그램들로 분할하고, 상기 분할된 부분 스펙트로그램들 중 적어도 하나를 상기 비전 트랜스포머에 입력하는 동작을 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 장치의 구성들을 설명하기 위한 블록도이다.
- [16] 도 2는 일 실시예에 따른 데이터 전처리부를 통해 음성 데이터를 전처리 하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [17] 도 3은 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 모델을 설명하기 위한 도면이다.
- [18] 도 4는 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 모델을 설명하기 위한 도면이다.
- [19] 도 5는 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 방법의 동작들을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [20] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구

현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

- [21] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [22] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [23] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [24] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [25] 본 문서에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만, '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함할 수 있다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이

상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다. 또한, '~부'는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다.

- [26] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [27]
- [28] 도 1은 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 장치의 구성들을 설명하기 위한 블록도이다.
- [29] 도 1을 참조하면, 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 인공지능 분석을 이용하여 사용자의 폐울혈 상태를 감별하는 장치이다. 폐울혈은 폐혈관내에 혈액량이 증가하고 폐순환계에 울혈이 생긴 것을 나타낸다. 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 데이터 수신부(110), 데이터 전처리부(120) 및 폐울혈 상태 감별부(130)를 포함할 수 있다.
- [30] 데이터 수신부(110)는 사용자의 음성 데이터를 수신할 수 있다. 데이터 수신부(110)가 수신하는 사용자의 음성 데이터는 급성 심부전에 의한 폐울혈이 걸린 환자의 음성 데이터일 수 있다. 예를 들어, 사용자의 음성 데이터는 급성 심부전에 의한 폐울혈이 걸린 환자가 대한민국만세, 아, 에, 이, 오, 우를 발음한 것일 수 있다. 급성 심부전에 의한 폐울혈은 심장의 구조적 또는 기능적 이상으로 인해 생기는 폐울혈을 나타낸다.
- [31] 데이터 전처리부(120)는 사용자의 음성 데이터를 전처리할 수 있다. 일 실시예에서, 데이터 전처리부(120)는 윈도잉 처리를 통해 수신한 음성 데이터로부터 음성 데이터의 일부에 대응하는 부분 음성 데이터를 추출할 수 있다. 데이터 전처리부(120)는 추출한 부분 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환할 수 있다. 스펙트로그램은 소리의 스펙트럼을 시각화하여 그래프로 표현한 것이다. 데이터 전처리부(120)가 사용자의 음성 데이터를 전처리하는 것은 도 2에서 상세히 설명하도록 한다.
- [32] 폐울혈 상태 감별부(130)는 폐울혈 상태 정보를 포함하는 감별 데이터를 출력할 수 있다. 예를 들어, 폐울혈 상태 감별부(130)는 뉴럴 네트워크(neural network) 기반의 폐울혈 상태 감별 모델 및 스펙트로그램을 이용하여 사용자의 폐울혈 상태 정보를 포함하는 감별 데이터를 출력할 수 있다. 폐울혈 상태 감별부(130)가 뉴럴 네트워크 기반의 폐울혈 상태 감별 모델을 이용하여 감별 데이터를 출력하는 것은 도 3 및 도 4에서 상세히 설명하도록 한다.
- [33] 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 심부전 환자의 폐울혈 상태를 폐울혈 감별 모델을 통해 구분할 수 있다. 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 심부전 환자의 폐울혈 상태에 대한 음성 바이오마커를 활용하여 폐울혈 상태를 감별하고 모니터링할 수 있다. 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 종래의 폐울혈 진단 및 모니터링 기술들과 달리 혈액 분석 또는 방사선 조사를 통한 사진촬영 등이 필요하지 않다. 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 종래의 CadioMEMS 방식과는 달리 병원

에 내원할 필요가 없고, 의료진의 지속적인 모니터링 및 관리가 필요하지 않다. 따라서 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 CadioMEMS 방식에 비해 비용, 편의성, 안정성 및 관리 측면에서 우수한 이점을 가진다.

- [34] 심부전으로 인한 폐울혈은 호흡 곤란을 일으키고 환자를 입원하게 하거나 사망하게 할 수 있다. 또한, 폐울혈은 의료 비용 지출을 증가시켜 환자의 삶의 질을 저하시킬 수 있다. 실시예들에 따른 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 심부전으로 인한 사망률, 재입원률 및 의료 비용을 줄여 환자의 삶의 질을 개선시킬 수 있다. 또한, 폐울혈 상태 감별 장치(100)는 비침습적으로 자신의 목소리를 어디서든 녹음해 저비용으로 심부전에 의한 폐울혈 상태를 진단 및 모니터링 할 수 있다는 점에서 기존의 종래 기술에 비해 우수하다.
- [35]
- [36] 도 2는 일 실시예에 따른 데이터 전처리부가 음성 데이터를 전처리하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [37] 도 2를 참조하면, 데이터 전처리부(120)는 음성 데이터(210)를 전처리하여 음성 데이터의 일부분(211)에 대응하는 부분 음성 데이터(220)를 추출할 수 있다. 일 실시예에 따른 데이터 전처리부(120)는 윈도우 처리를 통해 부분 음성 데이터(220)를 출력할 수 있다. 예를 들어, 데이터 전처리부(120)는 음성 데이터(210)에 1초(또는 N(2이상의 자연수) 초) 간격을 가지는 윈도우를 적용하여 윈도우의 영역에 해당하는 부분 음성 데이터(220)를 추출할 수 있다.
- [38] 일 실시예에 따른 데이터 전처리부(120)는 부분 음성 데이터(220)를 주파수 영역의 데이터로 변환할 수 있다. 예를 들어, 데이터 전처리부(120)는 부분 음성 데이터(220)를 푸리에 변환(230)하여 부분 음성 데이터(220)를 주파수 정보로 변환할 수 있다.
- [39] 데이터 전처리부(120)는 주파수 영역의 데이터로 변환된 부분 음성 데이터의 주파수 정보에 대해 멜-스케일 변환(240)을 수행하여 멜-스펙트로그램(250)을 생성할 수 있다. 멜-스케일은 사람이 음을 인지하는 기준을 반영한 스케일이고, 멜-스펙트로그램(250)은 멜-스케일의 주파수 정보를 포함하는 스펙트로그램이다.
- [40] 일 실시예에서, 폐울혈 상태 감별 모델에 데이터 전처리부(120)에 의해 전처리된 멜-스펙트로그램(250)이 입력될 수 있다. 일 실시예에 따른, 폐울혈 상태 감별 모델은 레스넷(예: resnet-50, resneXt), 덴스넷(예: densenet)(310), 콘브넷(예: ConvnetXt), 이피션트넷(예: efficientnet-b7) 및/또는 비전 트랜스포머(vision transformer; ViT)를 포함할 수 있다.
- [41] 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 모델은 입력된 멜-스펙트로그램(250)을 기초로 이진 분류(binary classification) 값(예: 도 3의 이진 분류 값(320), 도 4의 이진 분류 값(440))을 출력할 수 있다. 예를 들어, 폐울혈 상태 감별 모델은 전처리된 멜-스펙트로그램(250)을 이용하여 사용자의 폐울혈이 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함하는 이진 분류 값을 출력할 수 있다.

- [42] 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 모델에는, 스펙트로그램(예: 멜-스펙트로그램(250)) 뿐만 아니라 사용자의 사용자 정보 및 사용자의 혈액 검사 정보 중 적어도 하나가 더 입력될 수 있다. 사용자 정보는 폐울혈 상태 감별 장치를 사용하는 사용자에 관한 개인 정보로서, 예를 들어 나이, 성별, 병력 및/또는 생활습관 정보를 포함할 수 있다. 혈액 검사 정보는 사용자의 혈액을 검사하여 획득한 사용자에 관한 의학적 정보로서, 예를 들어 BNP(B-type natriuretic peptide), NT-proBNP(N-terminal pro-BNT) 및/또는 ST2(growth stimulation expressed gene 2)에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [43]
- [44] 도 3은 일 실시예에 따른 텐스넷이 이진 분류 값을 출력하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [45] 도 3을 참조하면, 폐울혈 상태 감별 장치(예: 도 1의 폐울혈 상태 감별 장치(100))는 폐울혈 상태 감별 모델로서 텐스넷(310)을 이용하여 폐울혈 상태를 감별할 수 있다. 텐스넷(310)은 복수의 레이어들을 포함할 수 있다. 텐스넷(310)은, 예를 들어, 컨볼루션 레이어(311), 텐스 레이어(312, 314, 316, 318), 트랜지션 레이어(313, 315, 317) 및 분류 레이어(319)를 포함할 수 있다. 텐스넷(310)에 포함되는 컨볼루션 레이어, 텐스 레이어, 트랜지션 레이어 및 분류 레이어 각각은 하나 이상일 수 있다.
- [46] 일 실시예에 따른 컨볼루션 레이어(311)는 입력 데이터의 특징 벡터를 추출할 수 있다. 예를 들어, 컨볼루션 레이어(311)는 입력된 멜-스펙트로그램(예: 도 2의 멜-스펙트로그램(250))으로부터 특징 벡터를 추출할 수 있다.
- [47] 일 실시예에 따른 텐스 레이어(312, 314, 316, 318)는 레이어들이 밀집된 연결 레이어를 나타낸다. 예를 들어, 컨볼루션 레이어(311)에서 추출된 특징은 텐스 레이어(312, 314, 316, 318)를 통해 트랜지션 레이어(313, 315, 317)에 입력될 수 있다. 일 실시예에 따른 텐스넷(310)은 스킵 연결(skip-connection)을 통해 폐울혈 상태 정보에 관한 특징을 추출할 수 있다. 예를 들어, 텐스넷(310)은 레이어들 간의 스킵 연결을 통해 히든 특징(hidden feature)을 추출할 수 있다. 스킵 연결은 입력 레이어가 중간 레이어 중 적어도 하나를 건너뛰고 출력 레이어에 직접 연결되는 방식을 나타낸다.
- [48] 일 실시예에 따른 트랜지션 레이어(313, 315, 317)는 특징 맵(feature map)의 크기를 줄일 수 있다. 예를 들어, 트랜지션 레이어(313, 315, 317)는 텐스 레이어를 통해 추출된 특징들의 특징 맵의 크기를 줄일 수 있다.
- [49] 일 실시예에 따른 분류 레이어(319)는 추출된 특징들에 기초하여 폐울혈 상태 정보를 출력할 수 있다. 폐울혈 상태 정보는 폐울혈이 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함하는 이진 분류 값(320)을 포함할 수 있다.
- [50]

- [51] 도 4는 일 실시예에 따른 비전 트랜스포머가 이진 분류 값을 출력하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [52] 도 4를 참조하면, 폐울혈 상태 감별 장치(예: 도 1의 폐울혈 상태 감별 장치(100))는 폐울혈 상태 감별 모델로서 비전 트랜스포머(430)를 이용하여 폐울혈 상태를 감별할 수 있다. 일 실시예에 따른 비전 트랜스포머(430)는 부분 스펙트로그램의 특징 벡터의 차원을 변환하는 프로젝션부(431), 트랜스포머 인코더(432) 및 분류 레이어(433)를 포함할 수 있다. 비전 트랜스포머(430)에 포함되는 프로젝션부(431), 트랜스포머 인코더(432) 및 분류 레이어(433) 각각은 하나 이상일 수 있다.
- [53] 일 실시예에 따른 데이터 전처리부(예: 도 1의 데이터 전처리부(120))는 크롭핑(410)을 통해 멜-스펙트로그램(250)을 복수의 부분 스펙트로그램들(420)(또는 패치(patch))로 분할할 수 있다. 데이터 전처리부는 분할된 부분 스펙트로그램들(420) 중 적어도 하나를 비전 트랜스포머(430)에 입력할 수 있다.
- [54] 일 실시예에 따른 프로젝션부(431)는 벡터 투영을 수행하여 부분 스펙트로그램들(420)의 특징 벡터의 차원을 변환할 수 있다. 예를 들어, 프로젝션부(431)는 부분 스펙트로그램들(420)의 특징 벡터들의 차원을 트랜스포머 인코더(432)가 처리할 수 있는 차원으로 변환시킬 수 있다.
- [55] 일 실시예에 따른 트랜스포머 인코더(432)는 벡터 투영된 부분 스펙트로그램들의 어텐션을 계산할 수 있다. 트랜스포머 인코더(432)는 벡터 투영된 부분 스펙트로그램의 특징 벡터들에 대하여 정규화, 멀티-헤드 어텐션을 수행하고 완전 연결층을 통과시켜 어텐션을 계산할 수 있다.
- [56] 일 실시예에 따른 분류 레이어(433)는 계산된 어텐션을 기초로 폐울혈 상태 정보를 출력할 수 있다. 분류 레이어(433)가 출력한 폐울혈 상태 정보는 폐울혈이 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함하는 이진 분류 값(440)을 포함할 수 있다.
- [57] 일 실시예에서, 폐울혈 감별 모델은 기계학습 과정에 따라 학습될 수 있다. 기계학습 과정은 주어진 데이터를 이용해 폐울혈 감별 모델이 스스로 입력 데이터의 패턴을 인식하고 예측을 할 수 있도록 만드는 과정이다. 이러한 기계학습 과정은 (1) 데이터 준비 (2) 모델 초기화 (3) 전방향 계산 (4) 손실 계산 (5) 역전파 (6) 파라미터 업데이트의 과정을 포함할 수 있다. 데이터 준비 과정은 폐울혈 감별 모델이 학습할 학습 데이터를 수집하고 전처리하는 과정이다. 전처리 과정에서는 학습 데이터를 정제하고, 필요한 경우 표준화, 정규화, 특성 선택 등의 작업을 수행하여 학습 데이터를 폐울혈 감별 모델에 적합한 형태로 만드는 과정을 포함한다. 모델 초기화 과정은 폐울혈 감별 모델의 초기 파라미터를 설정하는 것으로, 예를 들어, 폐울혈 감별 모델이 뉴럴 네트워크라면 가중치와 바이어스를 초기화하는 것을 포함할 수 있다. 전방향 계산 과정은 준비된 학습 데이터를 폐울혈 감별 모델에 입력하여 폐울혈 상태 추정에 대한 예측 값을 계산하는 과정이다. 이 과정에서 폐울혈 감별 모델은 현재의 파라미터를 사용해 학습 데이터를 처리하고 출

력 값으로서 예측 값을 생성한다. 손실 계산 과정은 폐울혈 감별 모델의 예측 값과 실제 정답(레이블) 간의 차이를 손실 함수를 통해 계산하는 과정이다. 손실 함수는 폐울혈 감별 모델의 예측이 얼마나 정확한지(또는 부정확한지)를 나타내는 값을 계산할 수 있게 하는 함수이다. 역전파 과정은 손실 함수를 통해 도출된 손실을 줄이기 위해 폐울혈 감별 모델의 파라미터를 조정하는 과정이다. 역전파 알고리즘을 통해 손실 함수의 값을 미분(gradient)하여 폐울혈 감별 모델의 각 파라미터가 손실에 얼마나 기여했는지 계산하고, 이 값을 바탕으로 폐울혈 감별 모델의 파라미터가 업데이트될 수 있다. 파라미터 업데이트 과정은 계산된 기울기를 사용해 폐울혈 감별 모델의 파라미터를 업데이트하는 과정이다. 파라미터 업데이트에서는 보통 경사 하강법(Gradient Descent) 또는 그 변형 기법이 사용될 수 있다. 이러한 과정을 통해 폐울혈 감별 모델은 점점 더 정확한 예측을 할 수 있도록 학습될 수 있다. 위와 같은 과정들(전방향 계산, 손실 계산, 역전파, 파라미터 업데이트)이 많은 수의 학습 데이터에 대해 여러 번 반복될 수 있고, 폐울혈 감별 모델이 충분히 학습될 때까지 여러 번에 걸쳐 학습이 진행될 수 있다. 이러한 학습 과정을 통해 폐울혈 감별 모델은 주어진 데이터로부터 패턴을 학습하고, 새로운 데이터에 대해 예측하는 능력을 가질 수 있다.

[58]

[59] 도 5는 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 방법의 동작들을 설명하기 위한 흐름도이다. 폐울혈 상태 감별 방법의 동작들은 폐울혈 상태 감별 장치에 의해 수행될 수 있다.

[60] 동작(510)에서, 폐울혈 상태 감별 장치(예: 도 1의 폐울혈 상태 감별 장치(100))는 사용자의 음성 데이터를 수신할 수 있다. 폐울혈 상태 감별 장치는 데이터 수신부(예: 도 1의 데이터 수신부(예: 도 1의 데이터 수신부(110)))를 통해 사용자의 음성 데이터를 수신할 수 있다. 예를 들어, 폐울혈 상태 감별 장치는 급성 심부전에 의한 폐울혈이 걸린 환자의 음성 데이터를 수신할 수 있다.

[61] 동작(520)에서, 폐울혈 상태 감별 장치는 윈도우 처리를 통해 부분 음성 데이터를 추출할 수 있다. 예를 들어, 폐울혈 상태 감별 장치는 1초 단위의 윈도우 처리를 통해 음성 데이터로부터 음성 데이터의 일부에 대응하는 부분 음성 데이터를 추출할 수 있다.

[62] 동작(530)에서, 폐울혈 상태 감별 장치는 부분 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환할 수 있다. 예를 들어, 스펙트로그램은 사용자의 음성 데이터가 푸리에 변환에 의해 음성 데이터에 대응되는 주파수 정보로 변환되고, 주파수 정보의 스케일을 멜-스케일로 변환한 그래프로 나타낸 멜-스펙트로그램인 것일 수 있다.

[63] 동작(540)에서, 폐울혈 상태 감별 장치는 폐울혈 상태 감별 모델 및 스펙트로그램을 이용하여 감별 데이터를 획득할 수 있다. 폐울혈 상태 감별 장치는 뉴럴 네트워크 기반의 폐울혈 상태 감별 모델 및 스펙트로그램을 이용하여 사용자의 폐울혈 상태 정보를 포함하는 감별 데이터를 획득할 수 있다. 폐울혈 상태 감별 모델에는 스펙트로그램이 입력되고, 사용자의 사용자 정보 및 사용자의 혈액 검사

정보 중 적어도 하나가 더 입력될 수 있다. 사용자 정보는 폐울혈 상태 감별 장치를 사용하는 사용자에게 관한 개인 정보로서, 예를 들어 나이, 성별, 병력 및 생활습관 정보를 포함할 수 있다. 혈액 검사 정보는 사용자의 혈액을 검사하여 획득한 사용자에게 관한 의학적 정보로서, 예를 들어 BNP, NT-proBNP 및 ST2를 포함할 수 있다.

- [64] 폐울혈 상태 감별 모델은 예를 들어 레스넷(예: resnet-50, resneXt), 텐스넷(예: densenet)(310), 콘브넷(예: ConvnetXt), 이피션트넷(예: efficientnet-b7) 및/또는 비전 트랜스포머(vision transformer; ViT)를 포함할 수 있다.
- [65] 일 실시예에 따른 텐스넷(예: 도 3의 텐스넷(310))은 컨볼루션 레이어, 텐스 레이어, 트랜지션 레이어 및 분류 레이어를 포함하는 텐스넷일 수 있다. 폐울혈 감별 장치는 텐스넷의 스킵 연결을 통한 히든 특징을 추출하고, 추출된 히든 특징을 이용하여 폐울혈 상태 정보를 결정할 수 있다. 일 실시예에 따른 텐스넷이 출력한 폐울혈 상태 정보는 사용자의 폐울혈이 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 폐울혈 상태 정보를 통해 사용자의 음성 데이터로부터 사용자의 폐울혈이 개선되었는지 여부 및 얼마나 개선되었는지가 추정될 수 있다.
- [66] 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 모델은 비전 트랜스포머(예: 도 5의 비전 트랜스포머(430))일 수 있다. 비전 트랜스포머는 스펙트로그램의 특징 벡터의 차원을 변환하는 프로젝션부, 트랜스포머 인코더 및 분류 레이어를 포함할 수 있다.
- [67] 폐울혈 상태 감별 장치는 스펙트로그램을 분할하여 비전 트랜스포머에 입력시킬 수 있다. 예를 들어, 폐울혈 상태 감별 장치는 스펙트로그램을 복수의 부분 스펙트로그램들(또는 패치(patch))로 분할하고, 분할된 부분 스펙트로그램들 중 적어도 하나를 비전 트랜스포머에 입력시킬 수 있다.
- [68] 일 실시예에 따른 폐울혈 상태 감별 장치는 비전 트랜스포머를 통해 분할된 부분 스펙트로그램에 벡터 투영을 수행하고, 벡터 투영된 부분 스펙트로그램의 어텐션을 계산하고, 계산된 어텐션을 기초로 폐울혈 상태 정보를 결정할 수 있다. 비전 트랜스포머가 결정한 폐울혈 상태 정보는 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 폐울혈 상태 정보를 통해 사용자의 음성 데이터로부터 사용자의 폐울혈이 개선되었는지 여부 및 얼마나 개선되었는지가 추정될 수 있다.
- [69]
- [70] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD

와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드 뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

- [71] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [72] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로와 같은 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 상기 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일 실시예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.
- [73] 본 문서에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만, '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함할 수 있다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다. 또한, '~부'는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다.

- [74] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [75] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

청구범위

- [청구항 1] 인공지능 분석을 이용한 폐울혈 상태 감별 장치에 있어서,
사용자의 음성 데이터를 수신하는 데이터 수신부;
원도형 처리를 통해 상기 수신한 음성 데이터로부터 상기 음성 데이터의 일부에 대응하는 부분 음성 데이터를 추출하고, 상기 추출한 부분 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환하는 데이터 전처리부; 및
뉴럴 네트워크 기반의 폐울혈 상태 감별 모델 및 상기 스펙트로그램을 이용하여 상기 사용자의 폐울혈 상태 정보를 포함하는 감별 데이터를 출력하는 폐울혈 상태 감별부
를 포함하는 폐울혈 상태 감별 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델은,
컨볼루션 레이어(convolution layer), 텐스 레이어(dense layer), 트랜지션 레이어(transition layer) 및 분류 레이어(classify layer)를 포함하는 텐스넷(densenet)인,
폐울혈 상태 감별 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델은,
텐스넷이고,
상기 텐스넷의 스킵 연결(skip-connection)을 통한 히든 특징(hidden feature)을 추출하고, 상기 추출된 히든 특징을 이용하여 상기 폐울혈 상태 정보를 결정하는 것인,
폐울혈 상태 감별 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델의 출력은,
상기 사용자의 폐울혈이 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 상기 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함하는,
폐울혈 상태 감별 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델은, 비전 트랜스포머(vision transformer)이고,
상기 폐울혈 상태 감별 모델은,
상기 스펙트로그램의 특징 벡터의 차원을 변환하는 프로젝션부, 트랜스포머 인코더(transformer encoder) 및 분류 레이어(classify layer)를 포함하는,
폐울혈 상태 감별 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,

상기 데이터 전처리부는,
 상기 스펙트로그램을 복수의 부분 스펙트로그램들로 분할하고,
 상기 분할된 부분 스펙트로그램들 중 적어도 하나를 상기 비전 트랜스포머에 입력하는,
 폐울혈 상태 감별 장치.

[청구항 7] 제5항에 있어서,
 상기 비전 트랜스포머는,
 상기 분할된 부분 스펙트로그램에 벡터 투영(vector projection)을 수행하고, 상기 벡터 투영된 부분 스펙트로그램의 어텐션(attention)을 계산하고, 상기 계산된 어텐션을 기초로 폐울혈 상태 정보를 결정하는 것인,
 폐울혈 상태 감별 장치.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
 사용자의 음성 데이터는,
 급성 심부전에 의한 폐울혈이 걸린 환자의 음성 데이터인 것인,
 폐울혈 상태 감별 장치.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
 상기 스펙트로그램은,
 사용자의 음성 데이터가 푸리에 변환(Fourier transform)에 의해 상기 음성 데이터에 대응되는 주파수 정보로 변환되고, 상기 주파수 정보의 스케일을 멜-스케일(mel-scale)로 변환한 그래프로 나타낸 멜-스펙트로그램인 것인,
 폐울혈 상태 감별 장치.

[청구항 10] 제1항에 있어서,
 상기 폐울혈 상태 감별 모델에는,
 상기 스펙트로그램이 입력되고,
 상기 사용자의 사용자 정보 및 상기 사용자의 혈액 검사 정보 중 적어도 하나가 더 입력되는 것인,
 폐울혈 상태 감별 장치.

[청구항 11] 폐울혈 상태 감별 장치에 의해 수행되는 폐울혈 상태 감별 방법에 있어서,
 데이터 수신부를 통해 사용자의 음성 데이터를 수신하는 동작;
 윈도잉 처리를 통해 상기 수신한 음성 데이터로부터 상기 음성 데이터의 일부에 대응하는 부분 음성 데이터를 추출하고, 상기 추출한 부분 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환하는 동작; 및
 뉴럴 네트워크 기반의 폐울혈 상태 감별 모델 및 상기 스펙트로그램을 이용하여 상기 사용자의 폐울혈 상태 정보를 포함하는 감별 데이터를 획득하는 동작
 을 포함하는 폐울혈 상태 감별 방법.

[청구항 12] 제11항에 있어서,

- 상기 폐울혈 상태 감별 모델은,
컨볼루션 레이어, 텐스 레이어, 트랜지션 레이어 및 분류 레이어를 포함하는 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델은,
텐스넷이고,
상기 텐스넷의 스킵 연결을 통한 히든 특징을 추출하고, 상기 추출된 히든 특징을 이용하여 상기 폐울혈 상태 정보를 결정하는 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.
- [청구항 14] 제11항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델의 출력은,
상기 사용자의 폐울혈이 개선된 상태에 해당할 확률 값 및 상기 사용자의 폐울혈이 개선되지 않은 상태에 해당할 확률 값 중 적어도 하나를 포함하는,
폐울혈 상태 감별 방법.
- [청구항 15] 제11항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델은 비전 트랜스포머이고,
상기 폐울혈 상태 감별 모델은,
상기 스펙트로그램의 특징 벡터의 차원을 변환하는 프로젝션부, 트랜스포머 인코더 및 분류 레이어를 포함하는 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 스펙트로그램을 복수의 부분 스펙트로그램들로 분할하고, 상기 분할된 부분 스펙트로그램들 중 적어도 하나가 상기 비전 트랜스포머에 입력되는 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.
- [청구항 17] 제15항에 있어서,
상기 비전 트랜스포머는,
상기 분할된 부분 스펙트로그램에 벡터 투영을 수행하고, 상기 벡터 투영된 부분 스펙트로그램의 어텐션을 계산하고, 상기 계산된 어텐션을 기초로 폐울혈 상태 정보를 결정하는 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.
- [청구항 18] 제11항에 있어서,
사용자의 음성 데이터는,
급성 심부전에 의한 폐울혈이 걸린 환자의 음성 데이터인 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.
- [청구항 19] 제11항에 있어서,

상기 스펙트로그램은,
사용자의 음성 데이터가 푸리에 변환에 의해 상기 음성 데이터에 대응되는 주파수 정보로 변환되고, 상기 주파수 정보의 스케일을 멜-스케일로 변환한 그래프로 나타낸 멜-스펙트로그램인 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.

[청구항 20] 제11항에 있어서,
상기 폐울혈 상태 감별 모델에,
상기 스펙트로그램이 입력되고,
상기 사용자의 사용자 정보 및 상기 사용자의 혈액 검사 정보 중 적어도 하나가 더 입력되는 것인,
폐울혈 상태 감별 방법.