(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0084460
(43) 공개일자 2019년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) *G06N 3/08* (2006.01)
G06T 7/40 (2017.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/4803 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0002250
(22) 출원일자 2018년01월08일
심사청구일자 2018년01월08일

(71) 출원인
고려대학교 세종산학협력단
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511 (고려대학교세종캠퍼스내)
(72) 발명자
최용주
인천광역시 부평구 영성중로 16, 506동 1301호(삼산동, 삼산주공미래타운아파트)
박대희
서울특별시 강남구 도산대로85길 52(청담동, 상지리츠빌6차)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양성보

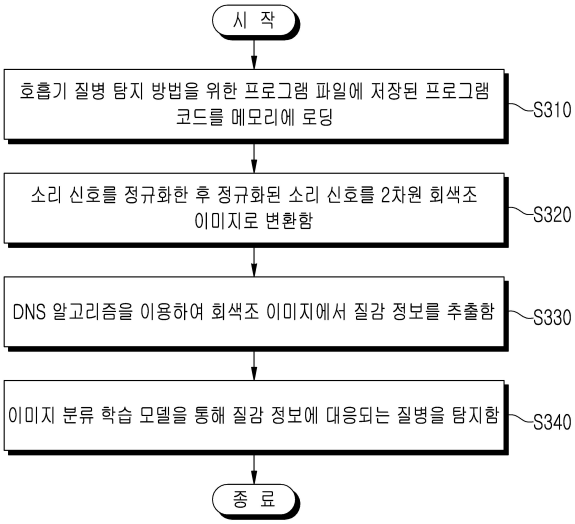
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **잡음에 강인한 소리 기반의 호흡기 질병 탐지 방법 및 그 시스템**

(57) 요 약

잡음에 강인한 소리 기반의 호흡기 질병 탐지 방법 및 그 시스템이 개시된다. 호흡기 질병 탐지 방법은, 객체의 소리 신호를 2차원 이미지로 변환하는 단계; 상기 2차원 이미지로부터 질감 정보를 포함한 질감 이미지를 생성하는 단계; 및 이미지 분류 학습 모델을 통해 상기 질감 정보에 대응되는 호흡기 질병을 탐지하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G06N 3/084 (2013.01)
G06T 7/40 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
(72) 발명자
정용화
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511 (고려대학교 세종캠퍼스내)
이준희
강원도 횡성군 횡성읍 영영포안길 111
이종욱
경기도 부천시 부일로 771(역곡동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017045047
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(교육부)
연구과제명 지능형 ICT와 빅데이터 해석학에 기반한 가축질병 심층분석에 관한 연구
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교세종캠퍼스
연구기간 2017.06.01 ~ 2018.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

컴퓨터로 구현되는 호흡기 질병 탐지 방법에 있어서,

객체의 소리 신호를 2차원 이미지로 변환하는 단계;

상기 2차원 이미지로부터 질감 정보를 포함한 질감 이미지를 생성하는 단계; 및

이미지 분류 학습 모델을 통해 상기 질감 정보에 대응되는 호흡기 질병을 탐지하는 단계

를 포함하는 호흡기 질병 탐지 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 생성하는 단계는,

DNS(dominant neighborhood structure) 알고리즘을 적용하여 상기 질감 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 호흡기 질병 탐지 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 생성하는 단계는,

상기 2차원 이미지의 임의 가장자리를 기준으로 n×n 크기의 검색 윈도우를 씌우는 제1 단계;

상기 검색 윈도우 내의 중심 픽셀 주위로 크기가 m×m인 이웃 윈도우를 씌워 제1 벡터를 생성하는 제2 단계;

상기 검색 윈도우 내의 한 픽셀을 중심으로 크기가 m×m인 이웃 윈도우를 씌워 제2 벡터를 생성하는 제3 단계;

상기 제1 벡터와 상기 제2 벡터 사이의 거리 값을 새로운 영상의 픽셀 값으로 대체하는 제4 단계; 및

상기 검색 윈도우 내의 모든 픽셀들에 대해 상기 제3 단계와 상기 제4 단계를 반복함으로써 DNS 지도 이미지인 질감 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 호흡기 질병 탐지 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변환하는 단계는,

상기 소리 신호의 값을 정규화하여 정규화된 값을 2차원 행렬로 매핑함으로써 회색조 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 호흡기 질병 탐지 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 변환하는 단계는,

선형 변환(linear transformation)을 통해 상기 소리 신호의 길이를 정규화하는 단계;

상기 선형 변환을 통해 정규화된 소리 신호의 값을 0에서 255 사이의 값으로 정규화하는 단계; 및

0에서 255 사이의 값으로 정규화된 값을 2차원 행렬로 매핑하여 회색조 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 호흡기 질병 탐지 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 이미지 분류 학습 모델은 정상적인 소리 신호와 호흡기 질병 별 소리 신호를 학습한 CNN(Convolutional Neural Network) 모델이고,

상기 탐지하는 단계는,

상기 질감 이미지를 CNN 모델의 입력으로 하여 상기 객체의 호흡기 질병을 탐지하는 단계

를 포함하는 호흡기 질병 탐지 방법.

청구항 7

컴퓨터로 구현되는 호흡기 질병 탐지 시스템에 있어서,

객체의 소리 신호를 2차원 이미지로 변환하는 전처리부;

상기 2차원 이미지로부터 질감 정보를 추출하는 질감 추출부; 및

이미지 분류 학습 모델을 통해 상기 질감 정보에 대응되는 호흡기 질병을 탐지하는 질병 탐지부

를 포함하는 호흡기 질병 탐지 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전처리부는,

선형 변환(linear transformation)을 통해 상기 소리 신호의 길이를 정규화하고,

상기 선형 변환을 통해 정규화된 소리 신호의 값을 0에서 255 사이의 값으로 정규화하고,

0에서 255 사이의 값으로 정규화된 값을 2차원 행렬로 매핑하여 회색조 이미지를 생성하는 것

을 특징으로 하는 호흡기 질병 탐지 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 질감 추출부는,

DNS(dominant neighborhood structure) 알고리즘을 적용하여 상기 질감 정보를 포함하는 질감 이미지를 생성하는 것

을 특징으로 하는 호흡기 질병 탐지 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 이미지 분류 학습 모델은 정상적인 소리 신호와 호흡기 질병 별 소리 신호를 학습한 CNN(Convolutional Neural Network) 모델이고,

상기 질병 탐지부는,

상기 질감 이미지를 CNN 모델의 입력으로 하여 상기 객체의 호흡기 질병을 탐지하는 것

을 특징으로 하는 호흡기 질병 탐지 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래의 설명은 객체의 소리를 기반으로 호흡기 질병을 탐지하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 좁은 공간에서 다수의 이유자돈들을 밀집 사육하는 환경에서는 구제역 및 돼지의 호흡기 질병 등과 같은 전염병 발생 시 그 피해가 빠르게 확산하는 매우 취약한 구조를 갖는다.

[0003] 돼지 호흡기 질병을 유발하는 환경인자 중 양돈장의 주요 세균성 및 바이러스성 호흡기 질병의 원인체는 MH(Mycoplasma Hyopneumonia), PCV2(Porcine Circo Virus 2) 및 돼지 생식기 호흡기 증후군(PRRS) 바이러스가 주된 병원체이며, 이유 후 전신성소모성증후군(PMWS)을 유발하는데, 이는 특히 나이가 낮은 돼지에게서 막대한 경제적 손실을 초래한다. 돼지 호흡기 질병에 따른 막대한 손실을 방지하기 위해서는 질병이 발병하기 전에 미리 질병을 차단하고 예방하는 작업이 요구된다.

[0004] 그러나, 현재 기술적, 경제적인 상황으로 인하여 돼지 호흡기 질병을 위한 조기 방재 시스템은 매우 제한적이며 따라서 이로 인한 경제적 손실은 날로 증가하고 있는 것이 현실이다.

[0005] 이러한 축산 농가의 문제점에 대한 해결책 중 하나로 IT 기술과 농·축산업과의 융합 기술(Computer and Electronics in Agriculture)이라는 새로운 연구 분야가 선진 외국을 중심으로 활발하게 연구되고 있다. 예를 들면, 돼지들의 사료 소모량, 습도와 온도 확인 등의 돈사 관리를 위한 기본적인 모니터링을 시작으로 가축의 행동을 보다 심층적으로 분석하기 위하여 영상 및 소리 센서를 활용하는 다양한 스펙트럼의 연구들이 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 관심 객체의 소리를 기반으로 호흡기 질병을 탐지할 수 있는 방법 및 시스템을 제공한다.

[0007] 다양한 잡음이 발생하는 환경에서 잡음에 강인한 소리 정보를 기반으로 호흡기 질병을 탐지할 수 있는 방법 및 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 컴퓨터로 구현되는 호흡기 질병 탐지 방법에 있어서, 객체의 소리 신호를 2차원 이미지로 변환하는 단계; 상기 2차원 이미지로부터 질감 정보를 포함한 질감 이미지를 생성하는 단계; 및 이미지 분류 학습 모델을 통해 상기 질감 정보에 대응되는 호흡기 질병을 탐지하는 단계를 포함하는 호흡기 질병 탐지 방법을 제공한다.

[0009] 일 측면에 따르면, 상기 생성하는 단계는, DNS(dominant neighborhood structure) 알고리즘을 적용하여 상기 질감 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 다른 측면에 따르면, 상기 생성하는 단계는, 상기 2차원 이미지의 임의 가장자리를 기준으로 n×n 크기의 검색 윈도우를 씌우는 제1 단계; 상기 검색 윈도우 내의 중심 픽셀 주위로 크기가 m×m인 이웃 윈도우를 씌워 제1 벡터를 생성하는 제2 단계; 상기 검색 윈도우 내의 한 픽셀을 중심으로 크기가 m×m인 이웃 윈도우를 씌워 제2 벡터를 생성하는 제3 단계; 상기 제1 벡터와 상기 제2 벡터 사이의 거리 값을 새로운 영상의 픽셀 값으로 대체하는 제4 단계; 및 상기 검색 윈도우 내의 모든 픽셀들에 대해 상기 제3 단계와 상기 제4 단계를 반복함으로써 DNS 지도 이미지인 질감 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 변환하는 단계는, 상기 소리 신호의 값을 정규화하여 정규화된 값을 2차원 행렬로 매핑함으로써 회색조 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 변환하는 단계는, 선형 변환(linear transformation)을 통해 상기 소리 신호의 길이를 정규화하는 단계; 상기 선형 변환을 통해 정규화된 소리 신호의 값을 0에서 255 사이의 값으로 정규화하는 단계; 및 0에서 255 사이의 값으로 정규화된 값을 2차원 행렬로 매핑하여 회색조 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 따르면, 상기 이미지 분류 학습 모델은 정상적인 소리 신호와 호흡기 질병 별 소리 신호를 학습한 CNN(Convolutional Neural Network) 모델이고, 상기 탐지하는 단계는, 상기 질감 이미지를 CNN 모델의 입력으로 하여 상기 객체의 호흡기 질병을 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 컴퓨터로 구현되는 호흡기 질병 탐지 시스템에 있어서, 객체의 소리 신호를 2차원 이미지로 변환하는 전처리부; 상기 2차원 이미지로부터 질감 정보를 추출하는 질감 추출부; 및 이미지 분류 학습 모델을 통해 상기 질감 정보에 대응되는 호흡기 질병을 탐지하는 질병 탐지부를 포함하는 호흡기 질병 탐지 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예들에 따르면, 관심 객체의 소리를 기반으로 호흡기 질병을 탐지함으로써 저비용으로 호흡기 질병 탐지 시스템을 구축할 수 있고, 특히 잡음 환경에서도 강인하고 우수한 성능의 시스템을 구성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 프로세서가 포함할 수 있는 구성요소의 예를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 시스템이 수행할 수 있는 호흡기 질병 탐지 방법의 예를 도시한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서 소리 신호를 2차원 이미지로 변환하는 과정을 설명하기 위한 예시 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서 DNS 지도 생성 과정을 설명하기 위한 예시 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서 DNS 지도를 입력으로 받는 CNN 구조의 일례를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서 정상 소리와 호흡기 질병 별 소리 신호 형태의 예시를 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서 정상 소리와 호흡기 질병 별 소리 신호 형태를 질감 이미지로 변환한 실험 결과를 도시한 것이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서 정상 소리에 백색 잡음과 환경 잡음을 합성하여 만든 소리에 DNS를 적용한 결과를 예시로 보여준 것이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 있어서 다양한 잡음 조건에서의 SSIM 그래프를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0019] 본 발명의 실시예들은 객체의 소리를 기반으로 호흡기 질병을 탐지하는 기술에 관한 것이다.

[0020] 본 명세서에서 구체적으로 개시되는 것들을 포함하는 실시예들은 잡음에 강인한 소리 신호를 이용하여 호흡기 질병을 탐지할 수 있고 이를 통해 정확성, 효율성, 비용 절감 등의 측면에 있어서 상당한 장점들을 달성한다.

[0021] 본 명세서에서 객체는 질병 탐지를 위한 대상을 의미하는 것으로, 돼지, 소, 양 등과 같은 동물(가축)을 포함할 수 있으며, 이하에서는 돼지를 구체적인 예로 하여 설명하나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0022] 최근 돼지의 발성음을 기반으로 호흡기 질병을 탐지하는 기술이 연구되고 있다. 소리 주파수 대역에서 필터링 기법과 진폭 변조 등의 기법을 적용하여 특징 벡터를 생성한 후 DTW(Dynamic Time Warping) 기법을 이용하여 돼지의 호흡기 질병을 식별하는 기술, 호흡기 질병으로 인한 기침 소리에 대해 MFCC 특징 정보를 추출하여 SVDD(Support Vector Data Description)로 호흡기 질병을 탐지하고 SRC(Sparse Representation Classifier)를 통해 질병의 종류를 분류하는 기술, 호흡기 질병 소리를 대상으로 시간 영역과 주파수 영역에서 다양한 특징들을 생성한 후 호흡기 질병 탐지에 의미있는 특징들을 선택하는 알고리즘 등이 제안되고 있으며, 이처럼 호흡기 질병을 탐지하고자 하는 연구들은 대부분 소리 신호를 기반으로 한다.

[0023] 그러나, 소리 신호는 주변 잡음에 매우 취약한 특징을 갖는 데이터이기 때문에 다양한 환경을 고려하여 잡음에 강인한 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다.

[0025] 본 발명의 실시예들에 따른 호흡기 질병 탐지 시스템이 도 1의 컴퓨터 시스템(100)을 통해 구현될 수 있다. 도 1에 도시한 바와 같이, 컴퓨터 시스템(100)은 호흡기 질병 탐지 방법을 실행하기 위한 구성요소로서 프로세서(110), 메모리(120), 영구 저장 장치(130), 버스(140), 입출력 인터페이스(150) 및 네트워크 인터페이스(160)를 포함할 수 있다.

[0026] 프로세서(110)는 명령어들의 시퀀스를 처리할 수 있는 임의의 장치를 포함하거나 그의 일부일 수 있다. 프로세서(110)는 예를 들어 컴퓨터 프로세서, 이동 장치 또는 다른 전자 장치 내의 프로세서 및/또는 디지털 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(110)는 예를 들어, 서버 컴퓨팅 디바이스, 서버 컴퓨터, 일련의 서버 컴퓨터들, 서버 팜, 클라우드 컴퓨터, 컨텐츠 플랫폼, 이동 컴퓨팅 장치, 스마트폰, 태블릿, 셋톱 박스 등에 포함될 수 있다. 프로세서(110)는 버스(140)를 통해 메모리(120)에 접속될 수 있다.

[0027] 메모리(120)는 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되거나 그에 의해 출력되는 정보를 저장하기 위한 휘발성 메모리, 영구, 가상 또는 기타 메모리를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(120)는 랜덤 액세스 메모리(RAM: random access memory) 및/또는 동적 RAM(DRAM: dynamic RAM)을 포함할 수 있다. 메모리(120)는 컴퓨터 시스템(100)의 상태 정보와 같은 임의의 정보를 저장하는 데 사용될 수 있다. 메모리(120)는 예를 들어 질병 탐지를 위한 명령어들을 포함하는 컴퓨터 시스템(100)의 명령어들을 저장하는 데에도 사용될 수 있다. 컴퓨터 시스템(100)은 필요에 따라 또는 적절한 경우에 하나 이상의 프로세서(110)를 포함할 수 있다.

[0028] 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 다양한 컴포넌트들 사이의 상호작용을 가능하게 하는 통신 기반 구조를 포함할 수 있다. 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 사이에, 예를 들어 프로세서(110)와 메모리(120) 사이에 데이터를 운반할 수 있다. 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 간의 무선 및/또는 유선 통신 매체를 포함할 수 있으며, 병렬, 직렬 또는 다른 토폴로지 배열들을 포함할 수 있다.

[0029] 영구 저장 장치(130)는 (예를 들어 메모리(120)에 비해) 소정의 연장된 기간 동안 데이터를 저장하기 위해 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되는 바와 같은 메모리 또는 다른 영구 저장 장치와 같은 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 영구 저장 장치(130)는 컴퓨터 시스템(100) 내의 프로세서(110)에 의해 사용되는 바와 같은 비휘발성 메인 메모리를 포함할 수 있다. 예를 들어, 영구 저장 장치(130)는 플래시 메모리, 하드 디스크, 광 디스크 또는 다른 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다.

[0030] 입출력 인터페이스(150)는 키보드, 마우스, 마이크, 카메라, 디스플레이 또는 다른 입력 또는 출력 장치에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들 및/또는 질병 탐지 기능과 관련된 입력이 입출력 인터페이스(150)를 통해 수신될 수 있다.

[0031] 네트워크 인터페이스(160)는 근거리 네트워크 또는 인터넷과 같은 네트워크들에 대한 하나 이상의 인터페이스를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스(160)는 유선 또는 무선 접속들에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들은 네트워크 인터페이스(160)를 통해 수신될 수 있다. 그리고, 질병 탐지 기능과 관련된 정보들은 네트워크 인터페이스(160)를 통해 수신 또는 송신될 수 있다.

[0032] 또한, 다른 실시예들에서 컴퓨터 시스템(100)은 도 1의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다. 예를 들어, 컴퓨터 시스템(100)은 상술한 입출력 인터페이스(150)와 연결되는 입출력 장치들 중 적어도 일부를 포함하도록 구현되거나 또는 트랜시버(transceiver), GPS(Global Positioning System) 모듈, 카메라, 각종 센서, 데이터베이스 등과 같은 다른 구성요소들을 더 포함할 수도 있다. 보다 구체적인 예로, 컴퓨터 시스템(100)이 스마트폰과 같은 모바일 기기의 형태로 구현되는 경우, 일반적으로 모바일 기기가 포함하고 있는 카메라, 가속도 센서나 자이로 센서, 카메라, 각종 물리적인 버튼, 터치패널을 이용한 버튼, 입출력 포트, 진동을 위한 진동기 등의 다양한 구성요소들이 컴퓨터 시스템(100)에 더 포함되도록 구현될 수 있다.

[0033] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 프로세서가 포함할 수 있는 구성요소의 예를 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 시스템이 수행할 수 있는 호흡기 질병 탐지 방법의 예를 도시한 순서도이다.

[0034] 도 2에 도시된 바와 같이, 프로세서(110)는 전처리부(preprocessing module)(210), 질감 추출부(texture

extraction module)(220), 및 질병 탐지부(disease detection module)(230)를 포함할 수 있다. 이러한 프로세서(110)의 구성요소들은 적어도 하나의 프로그램 코드에 의해 제공되는 제어 명령에 따라 프로세서(110)에 의해 수행되는 서로 다른 기능들(different functions)의 표현들일 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110)가 소리 신호에 대한 전처리를 수행하도록 컴퓨터 시스템(100)을 제어하기 위해 동작하는 기능적 표현으로서 전처리부(210)가 사용될 수 있다. 프로세서(110) 및 프로세서(110)의 구성요소들은 도 3의 호흡기 질병 탐지 방법이 포함하는 단계들(S310 내지 S340)을 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110) 및 프로세서(110)의 구성요소들은 메모리(120)가 포함하는 운영체제의 코드와 상술한 적어도 하나의 프로그램 코드에 따른 명령(instruction)을 실행하도록 구현될 수 있다. 여기서, 적어도 하나의 프로그램 코드는 호흡기 질병 탐지 방법을 처리하기 위해 구현된 프로그램의 코드에 대응될 수 있다.

[0035] 호흡기 질병 탐지 방법은 도 3에 도시된 순서대로 발생하지 않을 수 있으며, 단계들 중 일부가 생략되거나 추가의 과정이 더 포함될 수 있다.

[0036] 단계(S310)에서 프로세서(110)는 호흡기 질병 탐지 방법을 위한 프로그램 파일에 저장된 프로그램 코드를 메모리(120)에 로딩할 수 있다. 예를 들어, 호흡기 질병 탐지 방법을 위한 프로그램 파일은 도 1을 통해 설명한 영구 저장 장치(130)에 저장되어 있을 수 있고, 프로세서(110)는 버스를 통해 영구 저장 장치(130)에 저장된 프로그램 파일로부터 프로그램 코드가 메모리(120)에 로딩되도록 컴퓨터 시스템(110)을 제어할 수 있다. 이때, 프로세서(110) 및 프로세서(110)가 포함하는 전처리부(210)와 질감 추출부(220) 및 질병 탐지부(230) 각각은 메모리(120)에 로딩된 프로그램 코드 중 대응하는 부분의 명령을 실행하여 이후 단계들(S320 내지 S340)을 실행하기 위한 프로세서(110)의 서로 다른 기능적 표현들일 수 있다. 단계들(S320 내지 S340)의 실행을 위해, 프로세서(110) 및 프로세서(110)의 구성요소들은 직접 제어 명령에 따른 연산을 처리하거나 또는 컴퓨터 시스템(100)을 제어할 수 있다.

[0037] 단계(S320)에서 전처리부(210)는 탐지 대상이 되는 돼지의 1차원의 소리 신호를 입력으로 받아 2차원의 정지 영상으로 변환한다. 먼저, 전처리부(210)는 선형 변환(linear transformation)을 통해 소리 신호의 고유 형질을 유지하면서 신호의 길이를 정규화한다. 이후, 전처리부(210)는 선형 변환을 통해 같은 길이로 정규화된 소리 신호를 0에서 255 사이의 값을 갖는 이미지로 대응(mapping)하여 2차원 회색조 이미지를 생성한다. 도 4는 소리 신호를 2차원 이미지로 변환하는 과정을 설명하기 위한 예시 도면이다. 도 4를 참조하면, 전처리부(210)는 소리 신호의 X축 정규화(선형 변환)를 통해 소리 신호의 길이를 정규화하고 소리 신호의 Y축 정규화를 통해 소리 신호의 값을 0에서 255 사이의 값으로 정규화할 수 있다. 이어, 전처리부(210)는 상기한 과정의 정규화가 끝나면 정규화된 값을 2차원 행렬로 매핑하여 회색조 이미지를 생성할 수 있다.

[0038] 다시 도 3에서, 단계(S330)에서 질감 추출부(220)는 DNS(dominant neighborhood structure) 알고리즘을 이용하여 회색조 이미지에서 질감 정보를 추출할 수 있다. 잡음에 취약한 구조적 약점을 가진 소리 신호의 문제점을 해결하기 위해 본 발명에서는 이미지를 대상으로 잡음 문제를 해결한 DNS 기법을 소리 신호에 적용한다. DNS 알고리즘은 잡음이 섞인 이미지에서 강인한 성능이 이미 검증된 방법론으로, 예컨대 <F. Khellah, “Texture classification using dominant neighborhood structure,” *IEEE Transaction on Image Processing*, Vol.21, No.11, pp.3270-3279, 2011.>의 논문 등에 개시되어 있다. 본 발명에서는 소리 신호에 DNS 알고리즘을 새롭게 적용함으로써 DNS의 응용 영역을 확장하고자 한다. 도 5는 DNS 지도 생성 과정을 설명하기 위한 예시 도면이다. 도 5를 참조하면, DNS 지도 생성을 위해서는 검색 윈도우(searching window)와 이웃 윈도우(neighborhood window)를 정의해야 하는데, 영상의 임의의 좌측 가장자리를 기준으로 n×n 크기의 검색 윈도우를 씌우며, 이때 검색 윈도우의 가운데 있는 픽셀을 중심 픽셀(center pixel)이라 한다. 질감 특징 추출을 위해서는 검색 윈도우 내에 있는 중심 픽셀 주위로 크기가 m×m인 이웃 윈도우를 씌워 벡터 V_s를 생성한다. 또한, 검색 윈도우 내의 좌측 상단에 위치한 픽셀을 중심으로 이웃 윈도우를 씌워 벡터 V_n을 생성한 후, V_s와 V_n 사이에 유클리드 거리(Euclidean distance)를 계산하여 새로운 빈 영상의 좌측 상단부터 순차적으로 픽셀 값을 대체한다. 이와 같은 과정을 검색 윈도우 내에 있는 모든 픽셀들을 처리할 때까지 반복함으로써 최종적인 DNS 지도를 생성한다. 다시 말해, 질감 추출부(220)는 DNS 알고리즘을 이용하여 회색조 이미지에서 질감 정보를 추출함으로써 소리 신호에서 질감 정보로 변환된 DNS 지도, 즉 질감 이미지를 생성할 수 있다.

[0039] 다시 도 3에서, 단계(S340)에서 질병 탐지부(230)는 이미지 분류 학습 모델을 통해 질감 정보에 대응되는 질병을 탐지할 수 있다. 질병 탐지부(230)에서는 돼지 호흡기 질병을 탐지 및 식별하기 위하여 이미지 분류에서 좋은 성능을 보이는 딥러닝의 대표적 모델 중 하나인 CNN(Convolutional Neural Network)을 질병 탐지 목적에 맞게 설계하여 적용한다. CNN은 일반적으로 3가지 계층인 합성곱 계층(Convolution Layer), 통합 계층(Pooling

Layer), 완전 연결 계층(Fully-connected Layer)으로 구성되며, 도 6은 소리 신호에서 질감 정보로 변환된 DNS 지도를 입력으로 받는 CNN 구조의 일례를 도시한 것이다. 질병이 없는 돼지의 정상적인 소리 신호와 호흡기 질병 별로 해당 질병을 가진 돼지의 소리 신호를 이용하여 CNN을 학습하고 돼지의 소리 신호에 대한 DNS 지도 이미지를 학습이 완료된 CNN 구조의 입력으로 하여 해당 탐지 대상의 호흡기 질병 유무와 질병 종류를 탐지할 수 있다. 이미지 분류 학습 모델로서 CNN 구조를 예시적으로 설명하고 있으나 이에 한정되는 것은 아니며 이미지 분류가 가능한 학습 모델이라면 모두 적용할 수 있다.

[0040] 돼지의 정상 소리와 호흡기 질병 별 소리 신호 형태의 예시는 도 7과 같으며, 정상 소리 중 하나인 꿀꿀거리는 소리(grunt)와 호흡기 질병인 PMWS, PRRS 그리고 MH 질환으로 인한 소리 신호 자체로는 육안으로 쉽게 구분하기 어렵다.

[0041] 선형 변환을 통해 정규화된 소리 신호를 158×158 크기의 2차원 회색조 이미지로 변환하고 DNS 기법을 이용하여 질감 정보를 추출한다. DNS 실험에서 검색 윈도우의 크기는 64, 이웃 윈도우의 크기는 32로 고정하고, 그 결과 64×64 크기의 질감 이미지를 생성할 수 있다. 도 8은 돼지의 정상 소리와 호흡기 질환 소리의 종류별 신호 형태를 질감 이미지로 변환한 실험 결과로서, 도 7에서 구분하기 힘든 돼지 호흡기 질감 소리 파형들이 도 8에서는 각자의 고유한 질감 정보를 갖는 것으로 확인할 수 있다. 도 8의 (a)는 이미지의 중심 좌표를 기준으로 가로로 길게 뻗은 질감 특징을 가지며, (b)는 수평으로 촘촘하게 배열되어 있는 질감 특징, (c)는 중심 좌표를 기준으로 수평의 질감 정보, 그리고 (d)는 대각선의 고유한 특징 정보를 보이고 있다.

[0042] 도 9는 정상 소리 중 하나인 grunt 소리에 백색 잡음과 환경 잡음을 합성하여 만든 소리에 DNS를 적용한 결과를 예시로 보여준다. 잡음의 SNR(signal to noise ratio) 강도에 따라 순차적으로 비교한 도 9의 질감 이미지 결과로부터, 백색 잡음과 환경 잡음의 대부분이 DNS를 통해 제거됨으로써 각자 고유한 질감 정보를 지속적으로 유지하고 있음을 시각적으로 확인할 수 있다. 이는 SSIM(Structural Similarity, 구조적 유사성) 지표를 사용하여 정량적 수치로 확인할 수도 있다(도 10 참조). SSIM은 영상 품질의 손실은 영상 신호 자체의 구조적 왜곡에 의해 발생한다는 가정에 따라, 영상의 압축 및 변환에 의해 발생하는 왜곡에 대하여 원본 영상에 대한 유사도를 측정하는 방법이다. SSIM은 0부터 1 사이의 수치로 표현되며 원 영상과 화질 차이가 작을수록 1에 가까운 수치를 보인다. 도 10에서 점선으로 표현된 그래프는 DNS를 적용하기 전의 SSIM 수치이고, 실선으로 표현된 그래프는 DNS를 적용한 후의 원본 영상과 잡음 영상의 SSIM 유사성 수치이다. 도 9 내지 도 10에서 알 수 있듯이 여러 잡음 환경에서도 각 호흡기 질병의 고유한 질감이 유지되고 있어 잡음에 강인한 특성을 보임을 알 수 있다.

[0043] 이처럼 본 발명의 실시예들에 따르면, 관심 객체의 소리를 기반으로 호흡기 질병을 탐지함으로써 저비용으로 호흡기 질병 탐지 시스템을 구축할 수 있고, 특히 잡음 환경에서도 강인하고 우수한 성능의 시스템을 구성할 수 있다.

[0044] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0045] 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, 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)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.

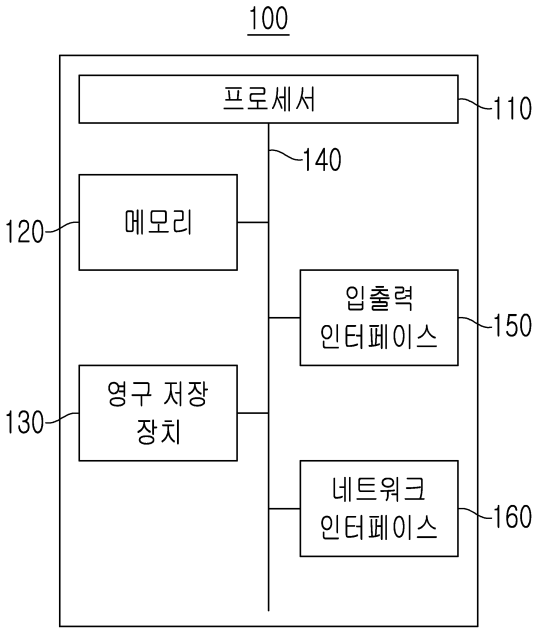
[0046] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수 개의 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 어플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다.

[0047] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 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.

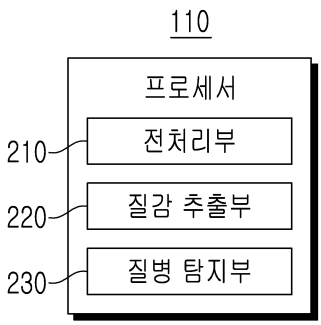
[0048] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

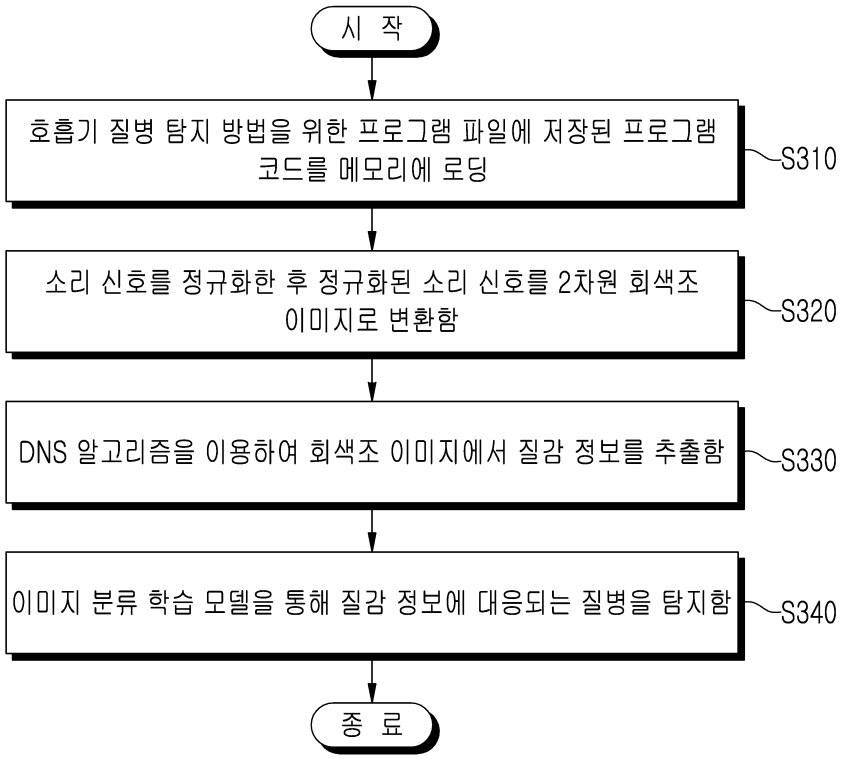
도면1



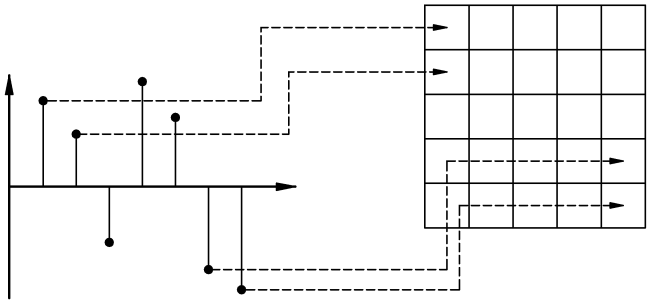
도면2



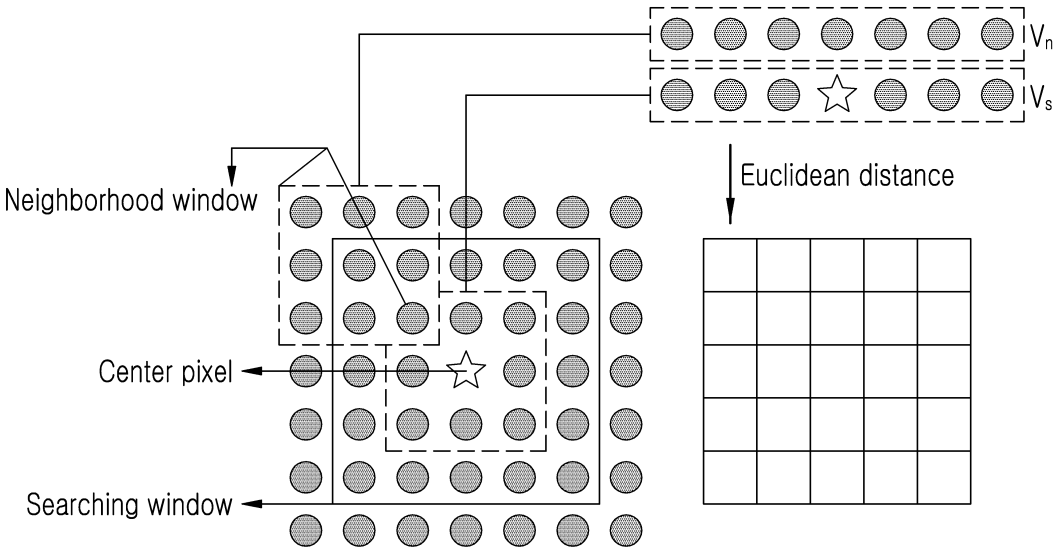
도면3


시 작
호흡기 질병 탐지 방법을 위한 프로그램 파일에 저장된 프로그램 코드를 메모리에 로딩
S310
소리 신호를 정규화한 후 정규화된 소리 신호를 2차원 회색조 이미지로 변환함
S320
DNS 알고리즘을 이용하여 회색조 이미지에서 질감 정보를 추출함
S330
이미지 분류 학습 모델을 통해 질감 정보에 대응되는 질병을 탐지함
S340
종 료

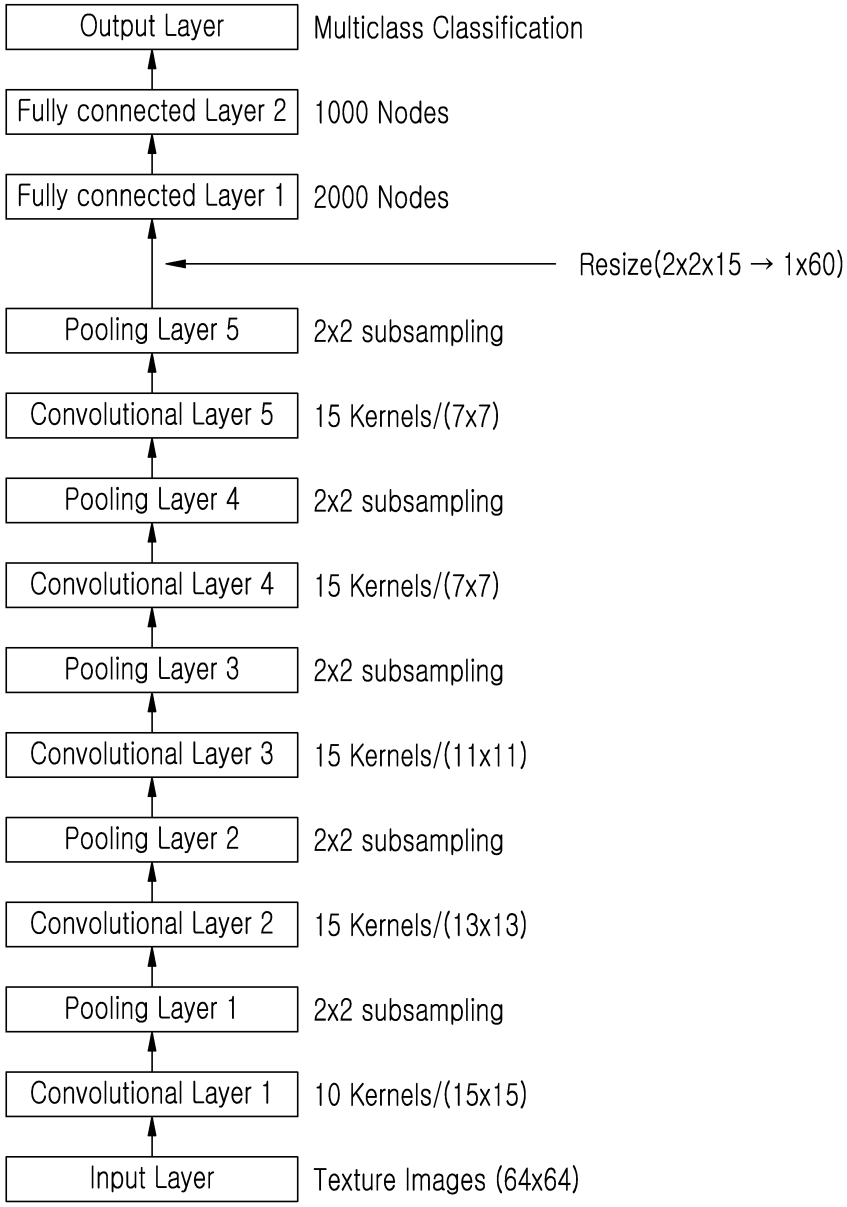
도면4



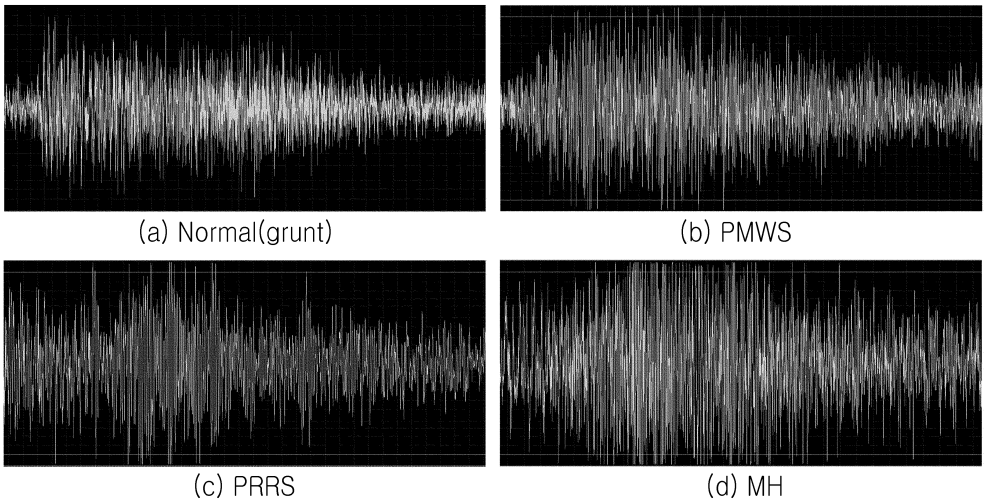
도면5


V_n
V_s
Euclidean distance
Neighborhood window
Center pixel
Searching window

도면6


Output Layer
Multiclass Classification
Fully connected Layer 2
1000 Nodes
Fully connected Layer 1
2000 Nodes
Resize(2x2x15 → 1x60)
Pooling Layer 5
2x2 subsampling
Convolutional Layer 5
15 Kernels/(7x7)
Pooling Layer 4
2x2 subsampling
Convolutional Layer 4
15 Kernels/(7x7)
Pooling Layer 3
2x2 subsampling
Convolutional Layer 3
15 Kernels/(11x11)
Pooling Layer 2
2x2 subsampling
Convolutional Layer 2
15 Kernels/(13x13)
Pooling Layer 1
2x2 subsampling
Convolutional Layer 1
10 Kernels/(15x15)
Input Layer
Texture Images (64x64)

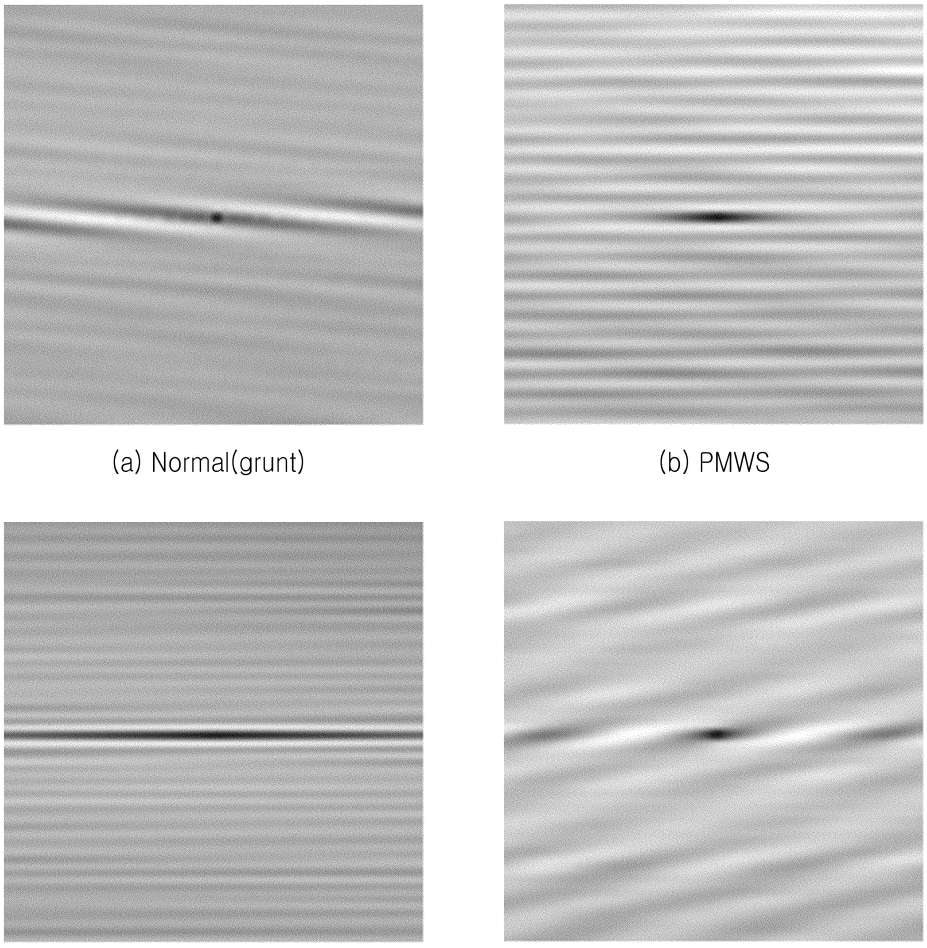
도면7



(a) Normal(grunt)　(b) PMWS

(c) PRRS　(d) MH

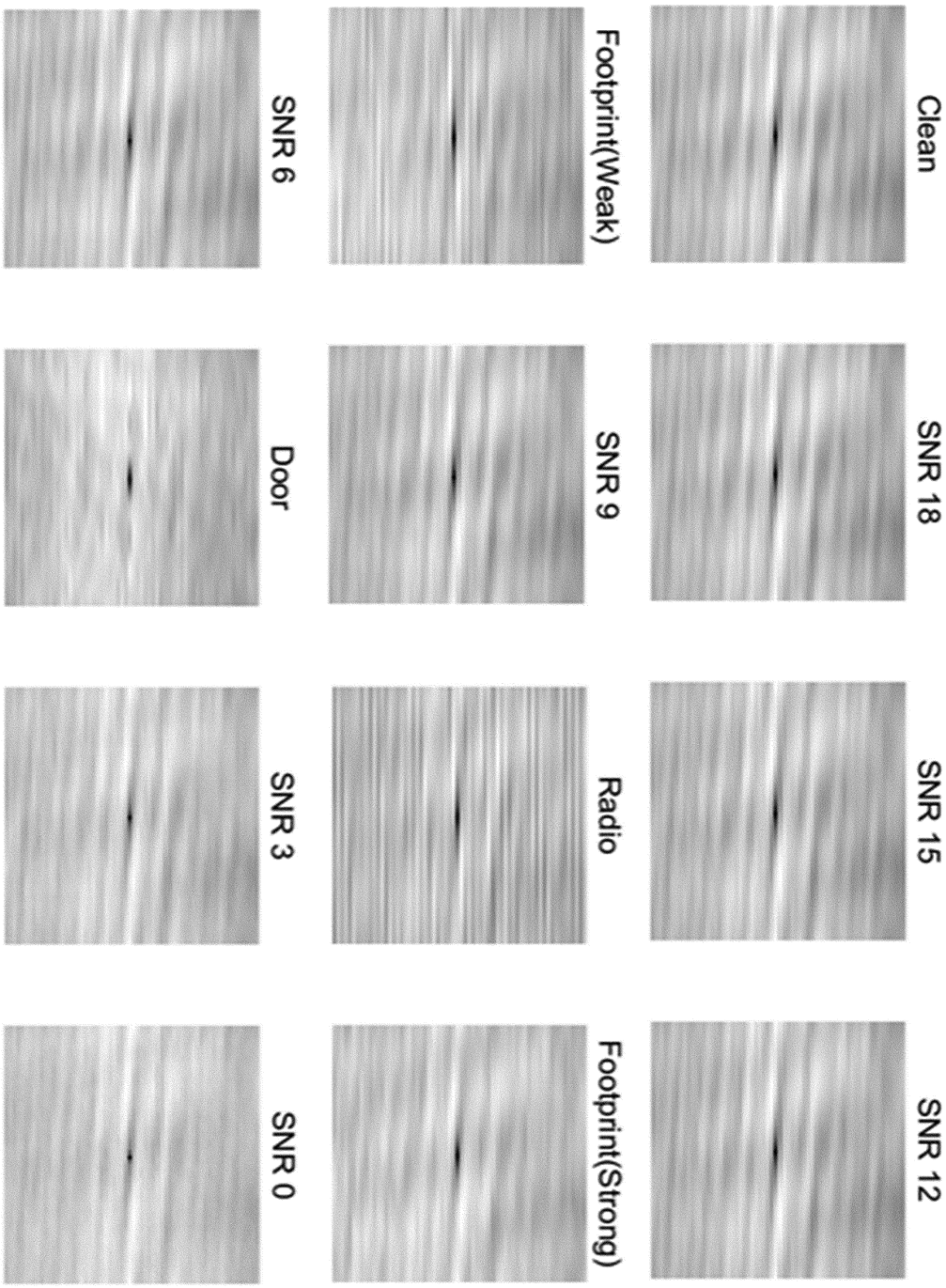
도면8



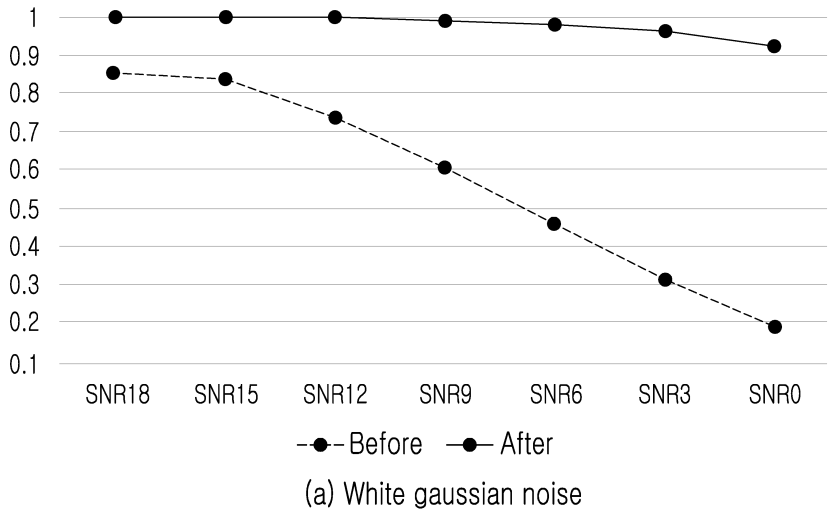
(a) Normal(grunt)　(b) PMWS

(c) PRRS　(d) MH

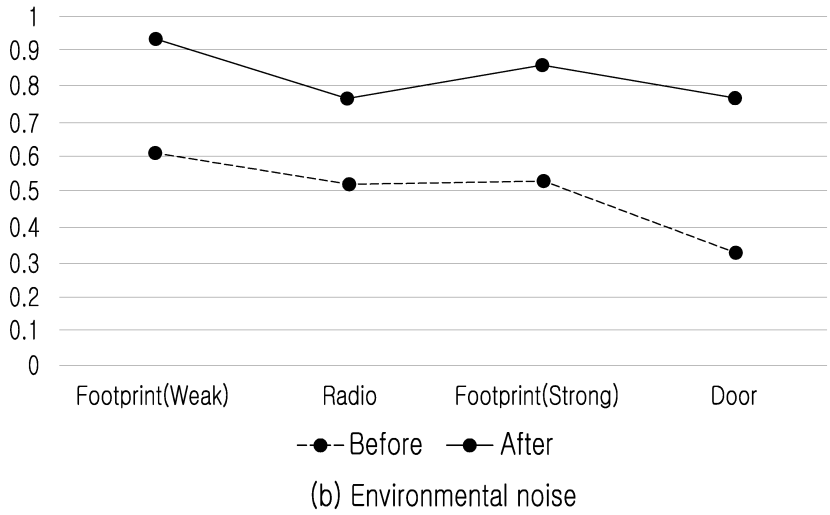
도면9


Clean
Footprint(Weak)
SNR 6
SNR 18
SNR 9
Door
SNR 15
Radio
SNR 3
SNR 12
Footprint(Strong)
SNR 0

도면10



(a) White gaussian noise



(b) Environmental noise

专利名称(译)	稳健的基于声音的呼吸道疾病检测方法和系统		
公开(公告)号	KR102043341B1	公开(公告)日	2019-11-12
申请号	KR1020180002250	申请日	2018-01-08
[标]发明人	최용주 박대희 정용화 이준희 이종욱		
发明人	최용주 박대희 정용화 이준희 이종욱		
IPC分类号	A61B5/00 G06N3/08 G06T7/40		
CPC分类号	A61B5/7275 A61B5/4803 G06N3/084 G06T7/40 G06T2207/20081		
代理人(译)	培训.		
审查员(译)	金晟 - 匈奴		
其他公开文献	KR1020190084460A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种用于基于噪声的基于声音的鲁棒性呼吸道疾病的检测方法和系统。 该检测方法包括将物体的声音信号转换成二维图像的步骤； 从二维图像生成包括纹理信息的纹理图像的步骤； 通过图像分类学习模型检测与纹理信息对应的呼吸系统疾病的步骤。