



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0080087
(43) 공개일자 2020년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2017.01) G06T 3/00 (2019.01)
G06T 5/40 (2006.01) G06T 7/11 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/0004 (2013.01)
G06T 3/00 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2019-0015217
(22) 출원일자 2019년02월08일
심사청구일자 2019년02월08일
(30) 우선권주장
1020180169746 2018년12월26일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
김종면
울산광역시 울주군 범서읍 장검길 60, 105동 190
2호 (문수산동원로얄듀크)
김재영
부산광역시 수영구 과정로73번길 30, 2층 (망미동)
(74) 대리인
김종선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 17 항

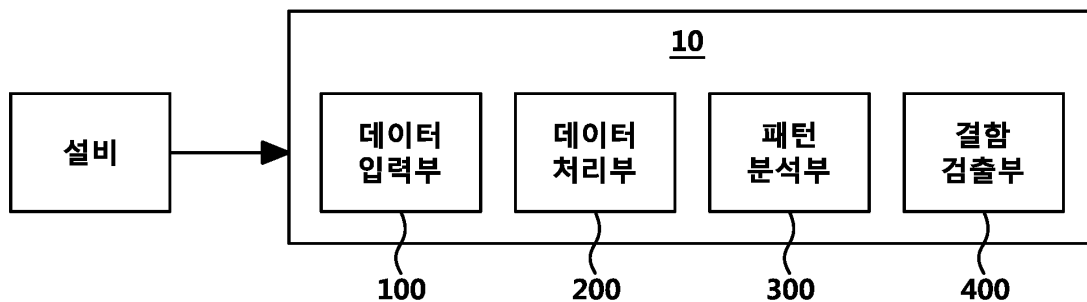
(54) 발명의 명칭 **설비 결함 검출 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 설비 결함 검출 방법 및 장치에 관한 것이다. 이러한 설비 결함 검출 방법 및 장치는, 데이터를 유사한 패턴을 가지는 데이터별로 분류하는 데이터 분류 알고리즘을 이용한 설비 결함 검출 장치로서, 설비로부터 발생하는 데이터를 입력 받는 데이터 입력부; 상기 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택하고, 선택된 상기 이미지

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지로 분할하는 데이터 처리부; 상기 분할이미지들을 데이터 분류 알고리즘을 이용하여 패턴이 유사한 분할이미지별로 분류하고, 분류된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 측정하는 패턴 분석부; 상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 정상 상태데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와, 상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출하는 결함 검출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

G06T 5/40 (2013.01)

G06T 7/11 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415156092
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 청정화력발전기술개발(R&D)
연구과제명 순환유동층 보일러 Furnace 고장예측 진단 시스템
기 여 율 2/10
주관기관 영진(주)
연구기간 2016.11.01 ~ 2019.09.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415163561
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 자원개발한국에너지기술평가원
연구과제명 IoT 기반 유·가스 수송/처리시스템 진단 및 통합운영기술 개발
기 여 율 4/10
주관기관 (주)지티씨
연구기간 2017.05.01 ~ 2020.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415159397
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 원자력핵심기술개발(R&D)
연구과제명 원전 회전기기 복합고장 알고리즘 및 데이터베이스 개발
기 여 율 4/10
주관기관 영진(주)
연구기간 2018.05.01 ~ 2021.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

데이터를 유사한 패턴을 가지는 데이터별로 분류하는 데이터 분류 알고리즘을 이용한 설비 결함 검출 장치로서,
설비로부터 발생하는 데이터를 입력 받는 데이터 입력부;

상기 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택하고, 선택된 상기 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지로 분할하는 데이터 처리부;

상기 분할이미지들을 데이터 분류 알고리즘을 이용하여 패턴이 유사한 분할이미지별로 분류하고, 분류된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 측정하는 패턴 분석부;

상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 정상상태데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와,

상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출하는 결함 검출부를 포함하는, 설비 결함 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 결함 검출부는,

상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 결함상태데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와,

상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출 할 수도 있는, 설비 결함 검출 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 데이터 처리부는 이미지 변환부를 포함하고,

상기 이미지 변환부는,

상기 설비의 작동 주기를 측정할 수 있는 작동 주기 측정 수단;

상기 데이터 중에서 신호 데이터를 선별하고, 상기 신호 데이터를 상기 설비의 작동 주기의 배수의 주기 간격으로 분할하는 신호 분할 수단; 및

분할된 상기 신호 데이터를 이미지로 변환하는 신호-이미지 변환 수단을 포함하는, 설비 결함 검출 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 데이터 분류 알고리즘은,

인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘인 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 데이터 처리부는,

상기 이미지 데이터를 높이와 폭이 일정한 격자 구조를 가지도록 분할하는 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은,

상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 학습시키기 위한 비용함수 값이 수학식 1에 의해서 계산되는 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 장치.

[수학식 1]

비용함수 값(cost) = $1 - P$

(P는 패턴 유사도이며, 인공신경망을 통해서 출력된 분할이미지들의 패턴 분류 확률의 모든 최대값의 평균임.)

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 패턴 분석부는,

측정된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 그래프로 표현하는 그래프화부를 포함하는 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 그래프는 히스토그램인 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 장치.

청구항 9

데이터를 유사한 패턴을 가지는 데이터별로 분류하는 데이터 분류 알고리즘을 이용한 설비 결함 검출 방법으로,

설비로부터 발생하는 데이터를 입력 받는 데이터 입력 단계;

상기 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택하고, 선택된 상기 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지로 분할하는 데이터 처리 단계;

상기 분할이미지들을 데이터 분류 알고리즘을 이용하여 패턴이 유사한 분할이미지별로 분류하고, 분류된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 측정하는 패턴 분석 단계;

상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기 설비의 정상상태 데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와,

상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출하는 결함 검출 단계를 포함하는, 설비 결함 검출 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 결함 검출 단계는,

상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기 설비의 결함상태 데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와,

상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출 할 수도 있는, 설비 결함 검출 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 데이터 처리 단계는 상기 이미지 데이터를 선택하기 전에 이미지 변환 단계를 포함하고,

상기 이미지 변환 단계는,

상기 설비의 작동 주기를 측정하는 작동 주기 측정 단계;

상기 데이터 중에서 신호 데이터를 선별하고, 상기 신호 데이터를 상기 설비의 작동 주기의 배수의 주기 간격으로 분할하는 신호 분할 단계; 및

분할된 상기 신호 데이터를 이미지로 변환하는 신호-이미지 변환 단계를 포함하는, 설비 결함 검출 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 데이터 처리 단계는,

상기 이미지 데이터를 높이와 폭이 일정한 격자 구조를 가지도록 분할하는 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 데이터 분류 알고리즘은,

인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘인 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은,

상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 학습시키기 위한 비용함수 값이 수학적 식 1에 의해서 계산되는 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 방법.

[수학식 1]

비용함수 값(cost) = 1 - P

(P는 패턴 유사도이며, 인공신경망을 통해서 출력된 분할이미지들의 패턴 분류 확률의 모든 최대값의 평균임.)

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 패턴 분석 단계는,

측정된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 그래프로 표현하는 그래프화 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 그래프는 히스토그램인 것을 특징으로 하는 설비 결함 검출 방법.

청구항 17

제9항 내지 제16항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 설비 결함 검출 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 패턴 유사도를 이용하여 계산된 비용함수 값으로 학습되는 인공신경망을 사용하는 설비 결함 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 다양한 산업 분야에서는 생산의 효율성을 높이기 위하여 공장의 자동화가 생산 공정의 여러 단계에 대하여 빠른 속도로 진행되어 왔다. 자동화로 인하여 설비 시설들의 사용 빈도가 높아지고 있으며, 이러한 설비 시설들의 결함, 고장으로 인한 안전사고를 미연에 방지할 필요성이 커지고 있다.

[0004] 설비를 검사하기 위한 검사로는 접촉 기법과 비접촉 기법이 있는데 일반적으로는 접촉이 필요 없는 비접촉 기법을 선호한다. 종래 기술로는 설비의 결함을 검사하기 위하여 다양한 패턴이 반복되는 영상에 존재하는 불량을 검출하는 방법이 있다. 이 방법은 관심 패치와 인접한 패치를 이용하여 학습 패치들을 구하고, 이들을 이용하여 관심 패치의 결함 여부를 판단한다.

[0005] 설비의 결함을 용이하게 검출하기 위해서는 설비로부터 관측되는 영상 또는 이미지(image) 뿐만 아니라 음향, 진동, 초음파 등의 신호를 기반으로 설비의 결함을 검사할 수 있어야 한다. 설비의 종류에 따라서는 이미지 데이터 얻기 어려운 경우가 있을 수 있기 때문이다.

[0006] 또한, 관측 패턴과 대조군 패턴을 비교하여 설비의 결함을 검출하기 위해서는 이미지의 패턴별 분류 정확도가 높아야 한다. 이미지의 패턴별 분류 정확도가 낮으면 설비의 결함을 정확하게 판단하기 어렵기 때문이다.

[0007] 또한, 설비의 결함을 신속하게 판단하기 위해서는, 분류된 관측 패턴과 대조군 패턴의 비교가 용이해야 한다.

[0008] 또한, 설비가 여러 결함을 가지고 있는 경우에는, 복수개의 결함을 쉽게 검출할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로, 신호-이미지 변환 수단을 포함하여 구성되는 이미지 변환 단계 또는 이미지 변환부, 인공신경망을 이용하여 분할이미지들을 정확하게 분류하기 위하여 패턴 유사도를 이용하는 이미지 분류 단계 또는 이미지 분류부, 측정된 분할이미지들의 패턴별 개수를 그래프로 표현하는 그래프화 단계 또는 그래프화부를 포함하여, 설비의 결함을 정확하고 신속하게 검출할 수 있는 설비 결함 검출 장치 및 방법을 제공함을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 양태에 따르면, 설비 결함 검출 장치는, 유사한 패턴을 가지는 데이터별로 분류하는 데이터 분류 알고리즘을 이용한 설비 결함 검출 장치로서, 설비로부터 발생하는 데이터를 입력 받는 데이터 입력부; 상기 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택하고, 선택된 상기 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지로 분할하는 데이터 처리부; 상기 분할이미지들을 데이터 분류 알고리즘을 이용하여 패턴이 유사한 분할이미지별로 분류하고, 분류된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 측정하는 패턴 분석부; 상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 정상상태데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와, 상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출하는 결함 검출부를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 결함 검출부는, 상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 결함상태데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와, 상기 데이터 입력부, 상기 데이터 처리부, 상기 패턴 분석부를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출할 수도 있다.

[0014] 또한, 상기 데이터 처리부는 이미지 변환부를 포함하고, 상기 이미지 변환부는, 상기 설비의 작동 주기를 측정할 수 있는 작동 주기 측정 수단; 상기 데이터 중에서 신호 데이터를 선별하고, 상기 신호 데이터를 상기 설비의 작동 주기의 배수의 주기 간격으로 분할하는 신호 분할 수단; 및 분할된 상기 신호 데이터를 이미지로 변환하는 신호-이미지 변환 수단을 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 데이터 분류 알고리즘은, 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 데이터 처리부는, 상기 이미지 데이터를 높이와 폭이 일정한 격자 구조를 가지도록 분할하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은, 상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 학습시키기 위한 비용함수 값이 수학적 1에 의해서 계산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 패턴 분석부는, 측정된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 그래프로 표현하는 그래프화부를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 그래프는 히스토그램인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 양태에 따르면, 설비 결함 검출 방법은, 유사한 패턴을 가지는 데이터별로 분류하는 데이터 분류 알고리즘을 이용한 설비 결함 검출 방법으로서, 설비로부터 발생하는 데이터를 입력 받는 데이터 입력 단계; 상기 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택하고, 선택된 상기 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지로 분할하는 데이터 처리 단계; 상기 분할이미지들을 데이터 분류 알고리즘을 이용하여 패턴이 유사한 분할이미지별로 분류하고, 분류된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 측정하는 패턴 분석 단계; 상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기

설비의 정상상태데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와, 상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출하는 결함 검출 단계를 포함 할 수 있다.

- [0021] 또한, 상기 결함 검출 단계는, 상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기 설비의 결함상태데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수와, 상기 데이터 입력 단계, 상기 데이터 처리 단계, 상기 패턴 분석 단계를 이용하여 취득한 상기 설비의 측정데이터의 분할이미지들의 패턴별 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출 할 수도 있다.
- [0022] 또한, 상기 데이터 처리 단계는 상기 이미지 데이터를 선택하기 전에 이미지 변환 단계를 포함하고, 상기 이미지 변환 단계는, 상기 설비의 작동 주기를 측정하는 작동 주기 측정 단계; 상기 데이터 중에서 신호 데이터를 선별하고, 상기 신호 데이터를 상기 설비의 작동 주기의 배수의 주기 간격으로 분할하는 신호 분할 단계; 및 분할된 상기 신호 데이터를 이미지로 변환하는 신호-이미지 변환 단계를 포함 할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 데이터 처리 단계는, 상기 이미지 데이터를 높이와 폭이 일정한 격자 구조를 가지도록 분할하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 데이터 분류 알고리즘은, 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은, 상기 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 학습시키기 위한 비용함수 값이 수학적 1에 의해서 계산되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 패턴 분석 단계는, 측정된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 그래프로 표현하는 그래프화 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 그래프는 히스토그램인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0028] 본 발명에 따른 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 제공된다.
- [0029] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명에 따른 설비 결함 검출 장치 및 방법은, 신호를 이미지로 변환할 수 있으므로 영상 뿐만 아니라 음향, 진동, 초음파 등의 신호를 기반으로 설비의 결함을 검사 할 수 있는 효과를 제공한다.
- [0032] 또한, 분할이미지들을 패턴별로 분류하는 인공신경망을 학습시키는 과정에 있어서 패턴 유사도를 사용하여 분류 정확도를 향상시킬 수 있으므로, 설비의 결함을 보다 정확하게 검출 할 수 있는 효과를 제공한다.
- [0033] 또한, 분류된 관측 데이터의 패턴별 분할이미지들의 개수와 대조군 데이터의 패턴별 분할이미지들의 개수를 시각적으로 표현하므로, 설비의 결함을 신속하게 검출 할 수 있는 효과를 제공한다.
- [0034] 또한, 관측 데이터와 대조군 데이터의 패턴별 분할이미지 개수를 비교하므로, 동시에 복수개의 결함을 검출 할 수 있는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도1은 본 발명의 실시예에 따른 설비 결함 검출 장치를 나타내는 블록도이다.
- 도2는 도1의 데이터 처리부를 나타내는 블록도이다.
- 도3은 이미지 변환부를 나타내는 블록도이다.
- 도4는 도1의 패턴 분석부를 나타내는 블록도이다.
- 도5는 도4의 이미지 분류부를 나타내는 블록도이다.
- 도6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 설비 결함 검출 방법을 나타내는 순서도이다.

도7은 도6의 데이터 처리 단계를 나타내는 순서도이다.

도8은 이미지 변환 단계를 나타내는 순서도이다.

도9는 도6의 패턴 분석 단계를 나타내는 순서도이다.

도10은 도9의 이미지 분류 단계를 나타내는 순서도이다.

도11은 이미지 데이터를 분할하는 일 예를 도시한 도면이다.

도12는 분할이미지들의 패턴별 개수를 히스토그램으로 표현한 도면이다.

도13은 단일결합 또는 복합결합을 가지는 설비의 분할이미지들의 개수를 히스토그램으로 표현한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 첨부한 도면들 및 후술되어 있는 내용을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급되지 않는한 복수형도 포함된다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작, 부재, 성분, 소재 및/또는 소자가 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작, 부재, 성분, 소재 및/또는 소자의 존재 또는 부재를 배제하지 않는다.
- [0038] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 설비 결합 검출 장치에 대하여 설명한다.
- [0039] 도1은 본 발명의 실시예에 따른 설비 결합 검출 장치를 나타내는 블록도이다.
- [0040] 도1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 설비 결합 검출 장치(10)는, 데이터 입력부(100), 데이터 처리부(200), 패턴 분석부(300), 결합 검출부(400)를 포함한다.
- [0041] 먼저, 도1을 참조하여, 상기 데이터 입력부(100)의 구성에 관하여 설명한다.
- [0042] 상기 데이터 입력부(100)는 설비로부터 취득되는 데이터를 입력 받는다. 상기 데이터는 영상 등의 이미지(image)로 구성되는 이미지 데이터와 음향, 진동, 전류, 자속, 열화상 및 초음파 등의 신호로 구성되는 신호 데이터가 있을 수 있다.
- [0043] 도2는 도1의 데이터 처리부를 나타내는 블록도이고, 도3은 이미지 변환부를 나타내는 블록도이다.
- [0044] 이어서, 도1 내지 도3을 참조하여, 상기 데이터 처리부(200)의 구성에 관하여 설명한다.
- [0045] 상기 데이터 처리부(200)는 상기 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택하는 이미지 선택부(210)와 선택된 상기 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지로 분할하는 이미지 분할부(220)를 포함한다.
- [0046] 상기 이미지 선택부(210)는 상기 데이터 입력부(100)가 상기 설비로부터 취득한 데이터 중에서 이미지 데이터를 선별한다. 그리고, 상기 이미지 선택부(210)는 신호 데이터를 이미지 데이터로 변환할 수 있는 이미지 변환부(211)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0047] 도3을 참조하면, 상기 이미지 변환부(211)는, 설비 작동주기 측정 수단(212), 신호 분할 수단(213), 신호-이미지 변환 수단(214)을 포함하여 구성된다.
- [0048] 상기 설비 작동주기 측정 수단(212)은 설비의 작동주기를 측정한다. 예를 들어 설명하면, 설비가 회전하는 구조를 가지는 경우, 설비의 회전주기가 설비의 작동주기가 된다.
- [0049] 상기 신호 분할 수단(213)은 설비로부터 취득된 신호 데이터를 상기 설비 작동주기 측정 수단(212)에 의해서 측정된 설비의 작동주기의 배수의 주기 간격으로 분할한다. 예를 들어, 신호데이터를 설비의 작동주기와 같은 주기 간격으로 분할 할 수도 있고, 설비의 작동주기가 짧은 경우에는 신호 데이터를 설비의 작동주기의 10배의 주기 간격으로 분할 할 수 있다.
- [0050] 분할된 신호 데이터는 상기 신호-이미지 변환 수단(214)을 이용하여 이미지 데이터로 변환 할 수 있다. 예를 들

어 설명하면, 상기 신호-이미지 변환 수단(214)은 MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 1을 이용하여 신호 데이터를 이미지 데이터로 변환 할 수 있다.

- [0051] [알고리즘 1]
- [0052] $S_{abs} = |S|$
- [0053] $S_{norm} = (S_{abs} - \min(S_{abs})) / (\max(S_{abs}) - \min(S_{abs}))$
- [0054] For $i = 1:N_{rows} \rightarrow$ 이미지의 높이
- [0055] $S_d = S_{norm}[(i-1) \times fs \times 10RPS : i \times fs \times 10RPS]$
- [0056] $img(i,:) = S_d$
- [0057] End
- [0058] Return img
- [0059] (S는 신호이고, fs는 샘플링율이고, RPS는 회전속도이고, img는 신호이미지임.)
- [0060] 상기 신호-이미지 변환 수단(214)은 상기 알고리즘 1을 이용하는 방법 이외에도 다양한 방법으로 신호 데이터를 이미지 데이터로 변환 할 수 있다. 설비로부터 취득된 신호 데이터 또한 변환된 이미지 데이터로 상기 이미지 선택부(210)에 의해서 선별된다.
- [0061] 도11은 이미지 데이터를 분할하는 일 예를 도시한 도면이다.
- [0062] 이어서, 도1 및 도11을 참조하여, 상기 이미지 분할부(220)의 구성에 관하여 설명한다.
- [0063] 상기 이미지 분할부(220)는 상기 이미지 선택부(210)가 선별한 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지(20)로 분할 할 수 있다. 예를 들어, 도11에 도시된 바와 같이, 상기 이미지 분할부(220)는 이미지 데이터를 높이와 폭이 일정한 격자 구조를 가지도록, MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 2를 이용하여 분할 할 수 있다.
- [0064] [알고리즘 2]
- [0065]
$$g_w = \frac{img.width}{W}$$
- [0066]
$$g_h = \frac{img.height}{H}$$
- [0067] For $i = 1:W$
- [0068] For $j = 1:H$
- [0069] $segimg[i,j] = img[(j-1) \times g_h : j \times g_h, (i-1) \times g_w : i \times g_w]$
- [0070] End
- [0071] End
- [0072] Return $segimg$
- [0073] (img는 이미지 데이터이고, W는 열 개수이고, H는 행 개수이고, segimg는 분할이미지임.)
- [0074] 상기 이미지 분할부(220)는 상기 알고리즘 2를 이용하는 방법 이외에도 다양한 방법으로 이미지 데이터를 분할 할 수 있다.
- [0075] 도4는 도1의 패턴 분석부를 나타내는 블록도이고, 도5는 도4의 이미지 분류부를 나타내는 블록도이다.
- [0076] 다음으로, 도4 및 도5를 참조하여, 상기 패턴 분석부(300)의 구성에 관하여 설명한다.

- [0077] 상기 패턴 분석부(300)는 상기 분할이미지(20)들을 데이터 분류 알고리즘을 이용하여 패턴이 유사한 분할이미지 별로 분류하는 이미지 분류부(310)와, 분류된 상기 분할이미지들의 패턴별 개수를 측정하는 패턴별 개수 측정부(320)를 포함한다.
- [0078] 도5를 참조하여 설명하면, 상기 이미지 분류부(310)는 상기 이미지 분할부(220)에 의하여 분할된 분할이미지(20)들을 분할이미지 분류 수단(311)을 이용하여 유사한 패턴을 가지는 분할이미지(20)들별로 분류한다. 그리고, 패턴별로 분류된 분할이미지(20)들의 결과값을 학습 수단(313)을 이용하여 상기 분할이미지 분류 수단(311)에 학습시켜서, 상기 분할이미지 분류 수단(311)의 분류 정확도를 향상시킨다.
- [0079] 예를 들어서, 상기 이미지 분류부(310)는 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 이용하여 분할이미지(20)들을 유사한 패턴별로 분류 할 수 있다. 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은 인공지능 체계가 스스로 학습하면서 배워나가는 머신러닝 기법이다. 일 예로, 본 발명의 설비 결함 검출 장치(10)는 MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 3으로 생성되며, MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 4를 이용하여 분할이미지(20)들을 유사한 패턴별로 분류하는 인공신경망(Artificial Neural Network)을 이용 할 수 있다.
- [0080] [알고리즘 3]
- [0081] $cnn = CNN2D(Width, Height, N)$
- [0082] $net = NET(cnn)$
- [0083] Return net
- [0084] (Width는 분할이미지의 너비이고, Height는 분할이미지의 높이이고, N은 패턴의 개수이고, net은 인공신경망 모델임.)
- [0085] [알고리즘 4]
- [0086] $N_{seg} = size(segimg)$
- [0087] For $i=1:N_{seg}$
- [0088] $p[i] = net(segimg[i])$
- [0089] $patterns[i] = \text{argmax}(p[i])$
- [0090] End
- [0091] Return patterns
- [0092] (segimg는 분할이미지이고, net는 인공신경망 모델이고, patterns는 각 분할이미지의 패턴 분류 결과임.)
- [0093] 생성된 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 학습시키기 위해서는, 비용함수 값(cost)을 구해야 한다. 본 발명에서 사용되는 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은 패턴 유사도를 이용하여 비용함수 값(cost)을 구할 수 있다. 패턴 유사도는 인공신경망을 통해서 출력된 패턴 분류 확률의 모든 최대값의 평균으로 정의된다. 비용함수 값(cost)은 하기 수학적 식 1을 이용해서 계산된다.
- [0094] [수학적 식 1]
- [0095] 비용함수 값(cost) = $1 - P$
- [0096] (P는 패턴 유사도이며, 인공신경망을 통해서 출력된 분할이미지들의 패턴 분류 확률의 모든 최대값의 평균임.)
- [0097] 이와 같은 방법으로 구해진 비용함수 값(cost)을 이용해서 MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 5로 인공신경망(Artificial Neural Network)을 학습시킴으로써, 종래의 인공신경망(Artificial Neural Network) 학습 방법에 의해서 학습된 인공신경망(Artificial Neural Network)이 분할이미지(20)들을 패턴별로 분류할 때보다 인공신경망(Artificial Neural Network)의 분류 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0098] [알고리즘 5]
- [0099] $N_{seg} = size(segimg)$

- [0100] For $k = 1:N_{\text{repeat}} \rightarrow$ 학습 반복 횟수
- [0101] For $i = 1:N_{\text{seg}}$
- [0102] $p[i] = \text{net}(\text{segimg}[i]) \rightarrow p[i]$ 는 패턴 수 만큼의 분류확률을 가짐
- [0103] $p[j] = \max(p[i])$
- [0104] End
- [0105] $P = \text{sum}(p)/N_{\text{seg}}$
- [0106] $\text{loss} = 1 - P$
- [0107] $\text{net} = \text{update}(\text{loss}, \text{net})$
- [0108] End
- [0109] Return net
- [0110] (segimg는 분할이미지이고, net는 인공신경망임.)
- [0111] 도12는 분할이미지들의 패턴별 개수를 히스토그램으로 표현한 도면이다.
- [0112] 도4 및 도12를 참조하면, 상기 패턴별 개수 측정부(320)는 상기 이미지 분류부(310)에 의해서 분류된 분할이미지(20)들의 각 패턴별 개수를 측정한다. 그리고, 상기 패턴별 개수 측정부(320)는 측정된 패턴별 분할이미지(20)들의 개수를 시각으로 인식이 가능한 표, 그래프 등으로 표현할 수 있는 그래프화부(321)를 포함 할 수 있다. 도12에 도시된 바와 같이, 상기 그래프화부(321)에 의해서 패턴별 분할이미지(20)들의 개수는 히스토그램으로 표현될 수 있다.
- [0113] 도13은 단일결합 또는 복합결합을 가지는 설비의 분할이미지들의 개수를 히스토그램으로 표현한 도면이다.
- [0114] 이어서, 도1 및 도13을 참조하여, 상기 결합 검출부(400)의 구성에 관하여 설명한다.
- [0115] 상기 결합 검출부(400)는 설비로부터 취득된 데이터의 분할이미지(20)들의 패턴별 개수를 비교 분석함으로써, 설비의 결합을 검출 할 수 있다. 예를 들어 설명하면, 결합을 가지는 설비의 측정데이터의 분할이미지(20)들의 패턴별 개수와 정상 상태일 때의 설비의 정상상태데이터의 분할이미지(20-1)들의 패턴별 개수를 비교하고, 서로 개수가 다른 패턴을 분석하여 설비의 결합을 검출 할 수 있다. 또한, 결합을 가지는 설비의 측정데이터의 특정 패턴의 분할이미지(20)들의 개수와 상기 특정 패턴에 대응되는 설비의 결합상태데이터의 특정 패턴의 분할이미지(20-2)들의 개수를 비교하여 설비의 결합을 검출 할 수도 있다.
- [0116] 그리고, 상기 결합 검출부(400)는 복수개의 결합을 가지는 설비의 결합들을 검출 할 수도 있다. 예를 들어 설명하면, 결합을 가지는 설비의 측정데이터의 분할이미지(20)들의 패턴별 개수와 설비의 정상상태데이터의 분할이미지(20-1)들의 패턴별 개수가, 서로 대응되는 복수개의 패턴에서 다른 것을 비교 분석함으로써 설비의 복수개의 결합을 검출 할 수 있다. 또한, 결합을 가지는 설비의 측정데이터의 분할이미지(20)들의 패턴별 개수와 설비의 결합상태데이터의 분할이미지(20-2)들의 패턴별 개수가, 서로 대응되는 복수개의 패턴에서 유사한 것을 비교 분석함으로써 설비의 복수개의 결합을 검출 할 수도 있다.
- [0117] 도13을 참조하면, 설비의 측정데이터의 분할이미지(20)들의 2번 패턴과 5번 패턴의 개수와 비교 대상 데이터(정상상태데이터 또는 결합상태데이터)의 분할이미지들의 2번 패턴과 5번 패턴의 개수를 비교하여, 2번 패턴과 5번 패턴에 해당되는 설비 구성의 결합을 검출 할 수 있음을 알 수 있다.
- [0118] 이하, 본 발명의 다른 실시예에 따른 설비 결합 검출 방법에 대하여 설명한다.
- [0119] 도6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 설비 결합 검출 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0120] 도6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 설비 결합 검출 방법은, 데이터 입력 단계(S100), 데이터 처리 단계(S200), 패턴 분석 단계(S300), 결합 검출 단계(S400)를 포함한다.
- [0121] 먼저, 도6을 참조하여, 상기 데이터 입력 단계(S100)의 구성에 관하여 설명한다.
- [0122] 상기 데이터 입력 단계(S100)는 설비로부터 취득되는 데이터를 입력 받는다. 상기 데이터는 영상 등의 이미지(image)로 구성되는 이미지 데이터와 음향, 진동, 전류, 자속, 열화상 및 초음파 등의 신호로 구성되는 신호 데

이터가 있을 수 있다.

[0123] 도7은 도6의 데이터 처리 단계 나타내는 순서도이고, 도8은 이미지 변환 단계를 나타내는 순서도이다.

[0124] 이어서, 도6 내지 도8을 참조하여, 상기 데이터 처리 단계(S200)의 구성에 관하여 설명한다.

[0125] 상기 데이터 처리 단계(S200)는 상기 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택하는 이미지 선택 단계(S210)와 선택된 상기 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지(40)로 분할하는 이미지 분할 단계(S220)를 포함한다.

[0126] 상기 이미지 선택 단계(S210)는 상기 데이터 입력 단계(S100)가 상기 설비로부터 취득한 데이터 중에서 이미지 데이터를 선택한다. 그리고, 상기 이미지 선택 단계(S210) 전에 신호 데이터를 이미지 데이터로 변환할 수 있는 이미지 변환 단계(S211)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0127] 도8을 참조하면, 상기 이미지 변환 단계(S211)는, 설비 작동주기 측정 단계(S212), 신호 분할 단계(S213), 신호-이미지 변환 단계(S214)를 포함하여 구성된다.

[0128] 상기 설비 작동주기 측정 단계(S212)는 설비의 작동주기를 측정한다. 예를 들어 설명하면, 설비가 회전하는 구조를 가지는 경우, 설비의 회전주기가 설비의 작동주기가 된다.

[0129] 상기 신호 분할 단계(S213)는 설비로부터 취득된 신호 데이터를 상기 설비 작동주기 측정 단계(S212)에 의해서 측정된 설비의 작동주기의 배수의 주기 간격으로 분할한다. 예를 들어, 신호데이터를 설비의 작동주기와 같은 주기 간격으로 분할 할 수도 있고, 설비의 작동주기가 짧은 경우에는 신호 데이터를 설비의 작동주기의 10배의 주기 간격으로 분할 할 수 있다.

[0130] 분할된 신호 데이터는 상기 신호-이미지 변환 단계(S214)를 통해서 이미지 데이터로 변환 할 수 있다. 예를 들어 설명하면, 상기 신호-이미지 변환 단계(S214)는 MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 1을 이용하여 신호 데이터를 이미지 데이터로 변환 할 수 있다.

[0131] [알고리즘 1]

[0132] $S_{abs} = |S|$

[0133] $S_{norm} = (S_{abs} - \min(S_{abs})) / (\max(S_{abs}) - \min(S_{abs}))$

[0134] For $i = 1:N_{rows} \rightarrow$ 이미지의 높이

[0135] $S_d = S_{norm}[(i-1) \times fs \times 10RPS : i \times fs \times 10RPS]$

[0136] $img(i,:) = S_d$

[0137] End

[0138] Return img

[0139] (S는 신호이고, fs는 샘플링율이고, RPS는 회전속도이고, img는 신호이미지임.)

[0140] 상기 신호-이미지 변환 단계(S214)는 상기 알고리즘 1을 이용하는 방법 이외에도 다양한 방법으로 신호 데이터를 이미지 데이터로 변환 할 수 있다. 설비로부터 취득된 신호 데이터 또한 변환된 이미지 데이터로 상기 이미지 선택 단계(S210)에 의해서 선별된다.

[0141] 도11은 이미지 데이터를 분할하는 일 예를 도시한 도면이다.

[0142] 이어서, 도6 및 도11을 참조하여, 상기 이미지 분할 단계(S220)의 구성에 관하여 설명한다.

[0143] 상기 이미지 분할 단계(S220)는 상기 이미지 선택 단계(S210)가 선별한 이미지 데이터를 동일한 형상의 다수개의 분할이미지(40)로 분할 할 수 있다. 예를 들어, 도11에 도시된 바와 같이, 상기 이미지 분할 단계(S220)는 이미지 데이터를 높이와 폭이 일정한 격자 구조를 가지도록, MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 2를 이용하여 분할 할 수 있다.

[0144] [알고리즘 2]

$$g_w = \frac{img.width}{W}$$

$$g_h = \frac{img.height}{H}$$

For i = 1:W

For j = 1:H

segimg[i,j] = img[(j-1)×g_h:j×g_h, (i-1)×g_w:i×g_w]

End

End

Return segimg

(img는 이미지 데이터이고, W는 열 개수이고, H는 행 개수이고, segimg는 분할이미지임.)

상기 이미지 분할 단계(S220)는 상기 알고리즘 2를 이용하는 방법 이외에도 다양한 방법으로 이미지 데이터를 분할 할 수 있다.

도9는 도6의 패턴 분석 단계를 나타내는 순서도이고, 도10은 도9의 이미지 분류 단계를 나타내는 순서도이다.

다음으로, 도9 및 도10을 참조하여, 상기 패턴 분석 단계(S300)의 구성에 관하여 설명한다.

상기 패턴 분석 단계(S300)는 상기 분할이미지(40)들을 데이터 분류 알고리즘을 이용하여 패턴이 유사한 분할이미지별로 분류하는 이미지 분류 단계(S310)와, 분류된 상기 분할이미지(40)들의 패턴별 개수를 측정하는 패턴별 개수 측정 단계(S320)를 포함한다.

도10을 참조하여 설명하면, 상기 이미지 분류 단계(S310)는 상기 이미지 분할 단계(S220)에 의하여 분할된 분할이미지(40)들을 분할이미지 분류 단계(S311)를 이용하여 유사한 패턴을 가지는 분할이미지(40)들별로 분류한다. 그리고, 패턴별로 분류된 분할이미지(40)들의 결과값을 이용해서 상기 분할이미지 분류 단계(S311)를 학습시켜서, 상기 분할이미지 분류 단계(S311)의 분류 정확도를 향상시킨다.

예를 들어서, 상기 이미지 분류 단계(S310)는 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 이용하여 분할이미지(40)들을 유사한 패턴별로 분류 할 수 있다. 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은 인공지능 체계가 스스로 학습하면서 배워나가는 머신러닝 기법이다. 일 예로, 본 발명의 설비 결함 검출 방법은 MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 3으로 생성되며, MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 4를 이용하여 분할이미지(40)들을 유사한 패턴별로 분류하는 인공신경망(Artificial Neural Network)을 이용 할 수 있다.

[알고리즘 3]

cnn = CNN2D(Width,Height,N)

net = NET(cnn)

Return net

(Width는 분할이미지의 너비이고, Height는 분할이미지의 높이이고, N은 패턴의 개수이고, net은 인공신경망 모델임.)

[알고리즘 4]

N_{seg} = size(segimg)

For i=1:N_{seg}

p[i] = net(segimg[i])

[0169] patterns[i] = argmax(p[i])

[0170] End

[0171] Return patterns

[0172] (segimg는 분할이미지이고, net는 인공신경망 모델이고, patterns는 각 분할이미지의 패턴 분류 결과임.)

[0173] 생성된 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘을 학습시키기 위해서는, 비용함수 값(cost)을 구해야 한다. 본 발명에서 사용되는 인공신경망(Artificial Neural Network) 알고리즘은 패턴 유사도를 이용하여 비용함수 값(cost)을 구할 수 있다. 패턴 유사도는 인공신경망을 통해서 출력된 패턴 분류 확률의 모든 최대값의 평균으로 정의된다. 비용함수 값(cost)은 하기 수학적 식 1을 이용해서 계산된다.

[0174] [수학적 식 1]

[0175] 비용함수 값(cost) = $1 - P$

[0176] (P는 패턴 유사도이며, 인공신경망을 통해서 출력된 분할이미지들의 패턴 분류 확률의 모든 최대값의 평균임.)

[0177] 이와 같은 방법으로 구해진 비용함수 값(cost)을 이용해서 MATLAB 프로그래밍 언어로 표현되는 하기의 알고리즘 5로 인공신경망(Artificial Neural Network)을 학습시킴으로써, 종래의 인공신경망(Artificial Neural Network) 학습 방법에 의해서 학습된 인공신경망(Artificial Neural Network)이 분할이미지(40)들을 패턴별로 분류할 때보다 인공신경망(Artificial Neural Network)의 분류 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0178] [알고리즘 5]

[0179] $N_{seg} = \text{size}(\text{segimg})$

[0180] For k = 1: N_{repeat} → 학습 반복 횟수

[0181] For i = 1: N_{seg}

[0182] $p[i] = \text{net}(\text{segimg}[i])$ → p[i]는 패턴 수 만큼의 분류확률을 가짐

[0183] $p[j] = \max(p[i])$

[0184] End

[0185] $P = \text{sum}(p)/N_{seg}$

[0186] $\text{loss} = 1 - P$

[0187] $\text{net} = \text{update}(\text{loss}, \text{net})$

[0188] End

[0189] Return net

[0190] (segimg는 분할이미지이고, net는 인공신경망임.)

[0191] 도12는 분할이미지들의 패턴별 개수를 히스토그램으로 표현한 도면이다.

[0192] 도9 및 도12를 참조하면, 상기 패턴별 개수 측정 단계(S320)는 상기 이미지 분류 단계(S310)에 의해서 분류된 분할이미지(40)들의 각 패턴별 개수를 측정한다. 그리고, 상기 패턴별 개수 측정 단계(S320)는 측정된 패턴별 분할이미지(40)들의 개수를 시각으로 인식이 가능한 표, 그래프 등으로 표현할 수 있는 그래프화단계(S321)를 포함 할 수 있다. 도12에 도시된 바와 같이, 상기 그래프화 단계(S321)에 의해서 패턴별 분할이미지(40)들의 개수는 히스토그램으로 표현될 수 있다.

[0193] 도13은 단일결합 또는 복합결합을 가지는 설비의 분할이미지들의 개수를 히스토그램으로 표현한 도면이다.

[0194] 이어서, 도6 및 도13을 참조하여, 상기 결합 검출 단계(S400)의 구성에 관하여 설명한다.

[0195] 상기 결합 검출 단계(S400)는 설비로부터 취득된 데이터의 분할이미지(40)들의 패턴별 개수를 비교 분석함으로써, 설비의 결합을 검출 할 수 있다. 예를 들어 설명하면, 결합을 가지는 설비의 측정데이터의 분할이미지(40)들의 패턴별 개수와 정상 상태일 때의 설비의 정상상태데이터의 분할이미지(40-1)들의 패턴별 개수를 비교하고,

서로 개수가 다른 패턴을 분석하여 설비의 결함을 검출 할 수 있다. 또한, 결함을 가지는 설비의 측정데이터의 특정 패턴의 분할이미지(40)들의 개수와 상기 특정 패턴에 대응되는 설비의 결함상태데이터의 특정 패턴의 분할 이미지(40-2)들의 개수를 비교하여 설비의 결함을 검출 할 수도 있다.

[0196] 그리고, 상기 결함 검출 단계(S400)는 복수개의 결함을 가지는 설비의 결함들을 검출 할 수도 있다. 예를 들어 설명하면, 결함을 가지는 설비의 측정데이터의 분할이미지(40)들의 패턴별 개수와 설비의 정상상태데이터의 분할이미지(40-1)들의 패턴별 개수가, 서로 대응되는 복수개의 패턴에서 다른 것을 비교 분석함으로써 설비의 복수개의 결함을 검출 할 수 있다. 또한, 결함을 가지는 설비의 측정데이터의 분할이미지(40)들의 패턴별 개수와 설비의 결함상태데이터의 분할이미지(40-2)들의 패턴별 개수가, 서로 대응되는 복수개의 패턴에서 유사한 것을 비교 분석함으로써 설비의 복수개의 결함을 검출 할 수도 있다.

[0197] 도13을 참조하면, 설비의 측정데이터의 분할이미지(40)들의 2번 패턴과 5번 패턴의 개수와 비교 대상 데이터(정상상태데이터 또는 결함상태데이터)의 분할이미지들의 2번 패턴과 5번 패턴의 개수를 비교하여, 2번 패턴과 5번 패턴에 해당되는 설비 구성의 결함을 검출 할 수 있음을 알 수 있다.

[0198] 이하, 상기 구성에 따른 본 발명의 설비 결함 검출 장치 및 방법의 작용 및 효과를 설명한다.

[0199] 먼저, 데이터 입력부 또는 데이터 입력 단계는 설비로부터 취득되는 데이터를 입력 받는다. 입력된 데이터는 이미지 변환부를 포함하는 데이터 처리부 또는 이미지 변환 단계를 포함하는 데이터 처리 단계를 거쳐서 이미지 데이터가 선별된다.

[0200] 선택된 이미지 데이터는 이미지 분할부 또는 이미지 분할 단계를 거쳐서 동일한 형상의 다수개의 분할이미지로 분할되고, 분할이미지들은 이미지 분류부 또는 이미지 분류 단계를 거쳐서 유사한 패턴별로 분류된다.

[0201] 분류된 분할이미지들은 패턴별 개수 측정부 또는 패턴별 개수 측정 단계를 거쳐서 유사한 패턴별로 개수가 측정되며, 측정 결과는 그래프화부 또는 그래프화단계를 통해서 시각으로 인식이 가능한 그래프 등으로 표현될 수 있다.

[0202] 결함검출부 또는 결함 검출 단계는, 상기 과정을 거쳐서 획득한 고장난 설비의 측정데이터, 정상 상태 설비의 정상상태데이터, 결함 상태 설비의 결함상태데이터의 각각의 분할이미지들의 패턴별 분류 개수를 서로 비교하여 설비의 결함을 검출한다.

[0203] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 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 본 발명을 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, DVD와 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 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0204] 이처럼, 본 발명의 설비 결함 검출 방법 및 장치는, 신호를 이미지로 변환하는 이미지 변환 단계 또는 이미지 변환부를 포함하여 구성되므로 영상 뿐만 아니라 음향, 진동, 초음파 등의 신호를 기반으로 설비의 결함을 검사할 수 있는 효과를 제공한다.

[0205] 또한, 분할이미지들을 패턴별로 분류하는 인공지능망을 학습시키는 과정에 있어서 패턴 유사도를 사용하여 분류 정확도를 향상 시킬 수 있으므로, 설비의 결함을 보다 정확하게 검출 할 수 있는 효과를 제공한다.

[0206] 또한, 분류된 관측 데이터의 패턴별 분할이미지들의 개수와 대조군 데이터의 패턴별 분할이미지들의 개수를 그래프로 표현하므로, 설비의 결함을 신속하게 검출 할 수 있는 효과를 제공한다.

[0207] 또한, 관측 데이터의 패턴별 분할이미지들의 개수와 대조군 데이터의 패턴별 분할이미지들의 개수를 비교하므로, 동시에 복수개의 결함을 검출 할 수 있는 효과를 제공한다.

[0208] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서

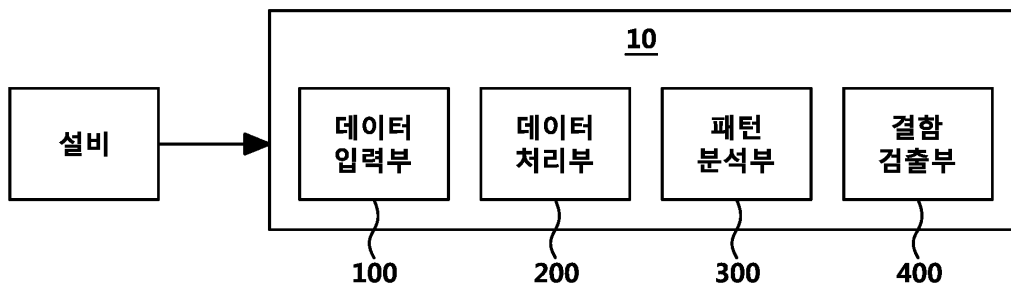
통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

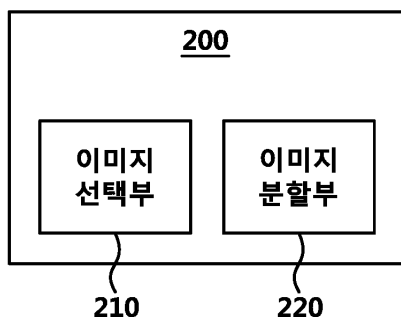
[0210]	10 : 설비 결함 검출 장치	100 : 데이터 입력부
	200 : 데이터 처리부	210 : 이미지 선택부
	211 : 이미지 변환부	212 : 설비 작동주기 측정 수단
	213 : 신호 분할 수단	214 : 신호-이미지 변환 수단
	220 : 이미지 분할부	300 : 패턴 분석부
	310 : 이미지 분류부	311 : 분할이미지 분류 수단
	312 : 패턴별 분할이미지 출력 수단	313 : 학습 수단
	320 : 패턴별 개수 측정부	400 : 결함 검출부

도면

도면1



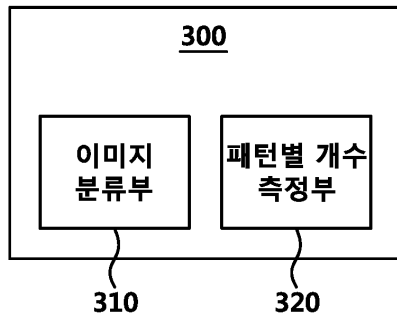
도면2



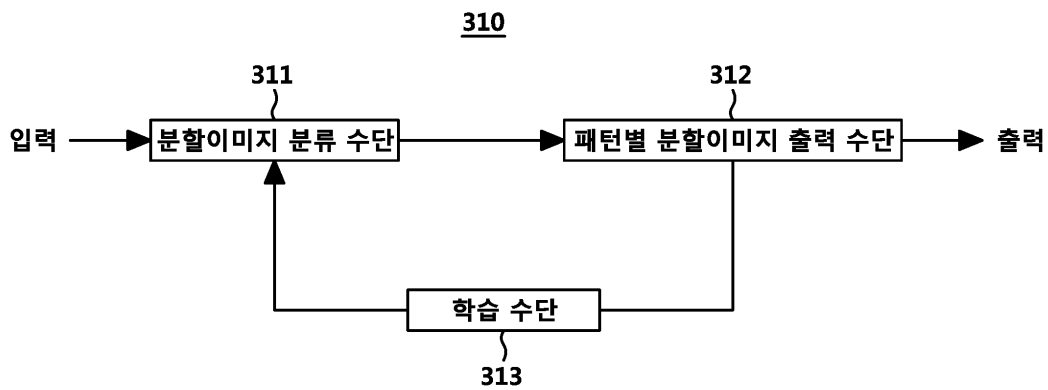
도면3



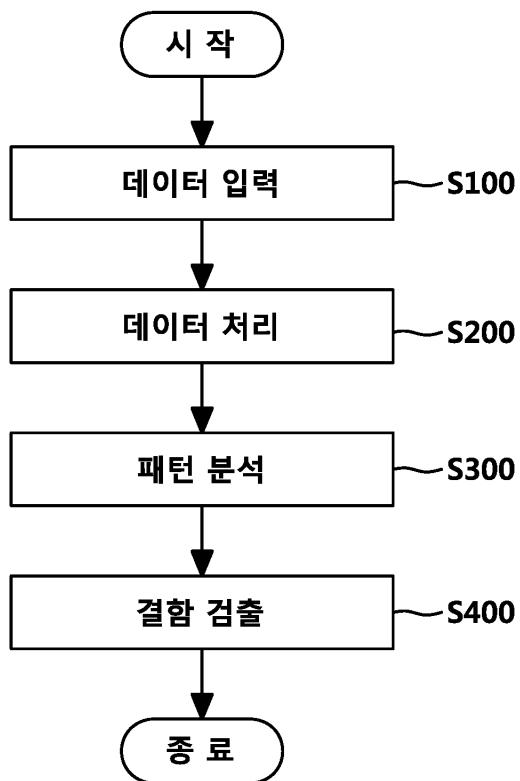
도면4



도면5

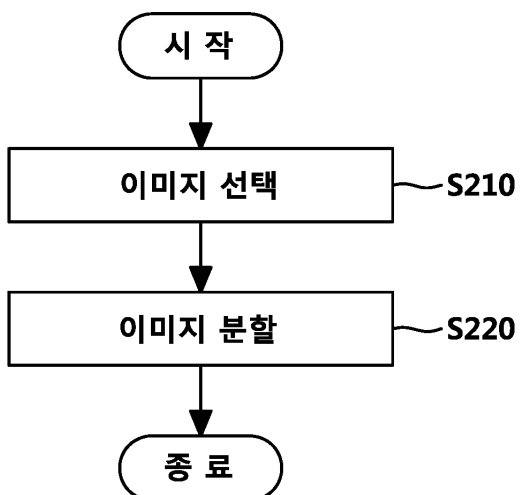


도면6



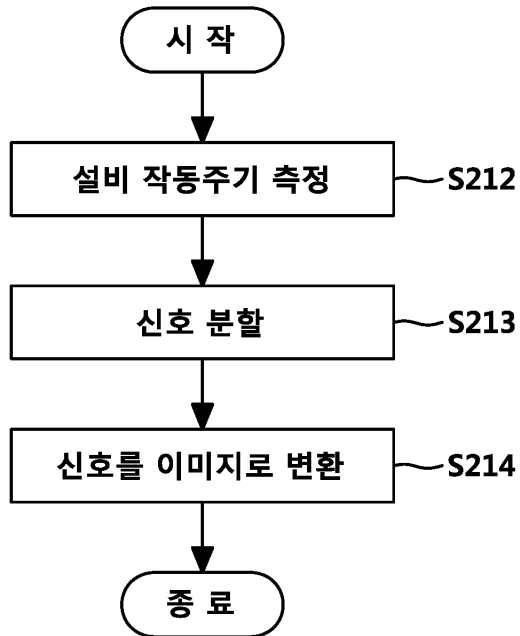
도면7

S200



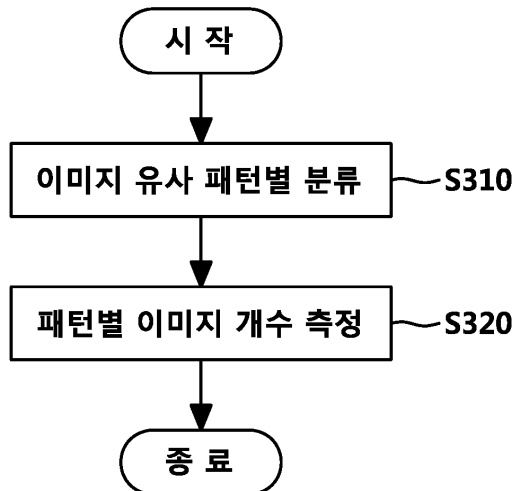
도면8

S211

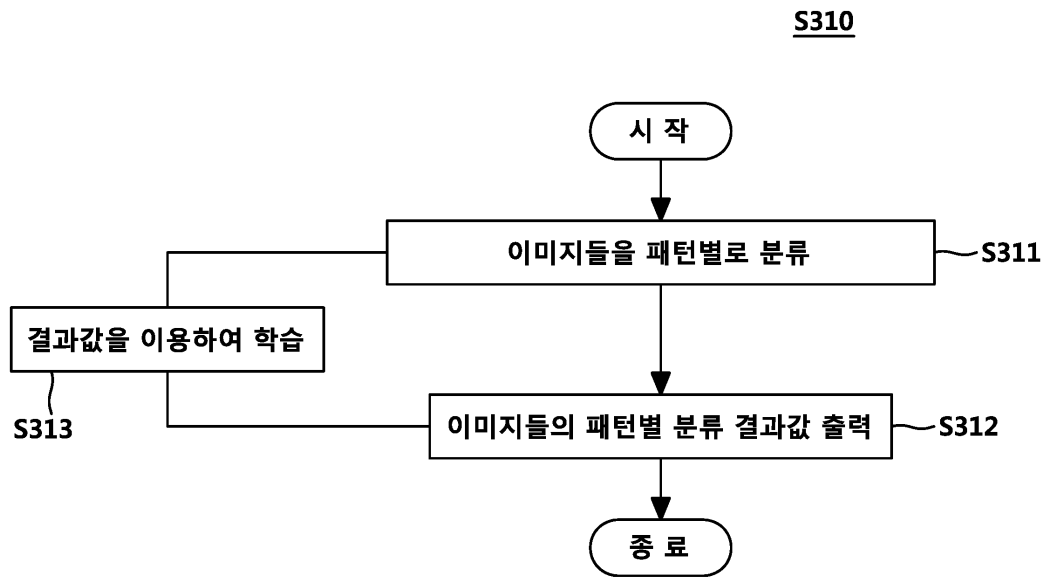


도면9

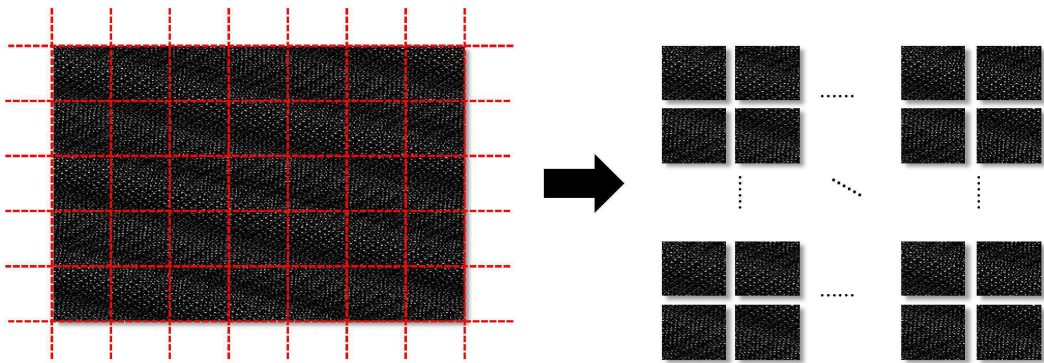
S300



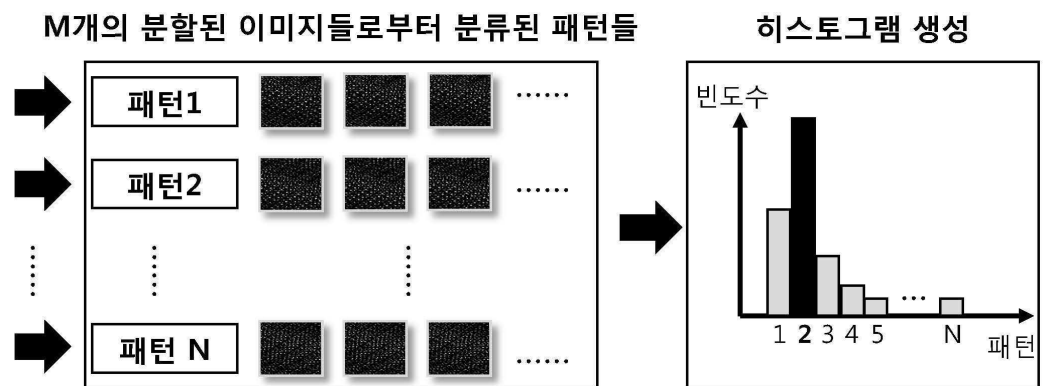
도면10



도면11



도면12



도면13

