(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0036599
(43) 공개일자 2020년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2017.01) *G06T 3/40* (2006.01)
G06T 5/30 (2006.01) *G06T 5/40* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/0004 (2013.01)
G06T 3/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0116440
(22) 출원일자 2018년09월28일
심사청구일자 2018년09월28일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
다운정보통신(주)
부산광역시 해운대구 센텀중앙로 97, 에이동 909호(재송동, 센텀스카이비즈)
(72) 발명자
권기룡
부산광역시 해운대구 좌동순환로 117, 201동 903호 (좌동, 롯데2차아파트)
이경민
경상남도 양산시 동면 금오15길 9, 102동 1001호 (양산신도시2차동원로얄듀크)
이진홍
부산광역시 북구 금곡대로 228, 105동 2201호 (화명동, 동원로얄듀크)
(74) 대리인
유성원, 전소정, 배경용

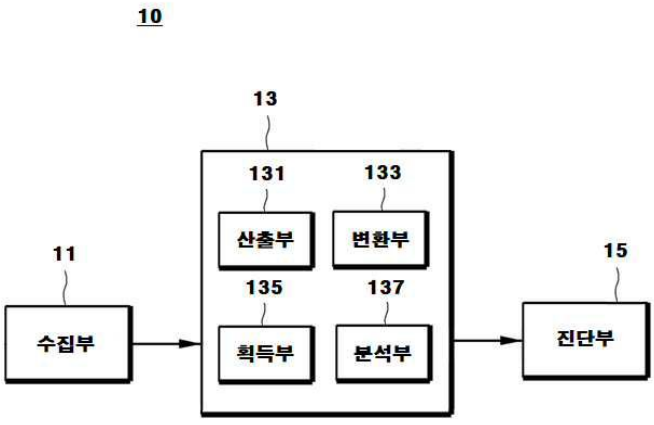
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **기계 결함 진단 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 기계 결함 진단 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 적어도 하나 이상의 센서를 기반으로 소리 데이터를 수집하는 수집부; 상기 수집된 데이터를 기반으로 특징 이미지를 획득하고, 상기 특징 이미지에 주성분 분석을 적용하여 차원을 줄여 특징을 선택하는 추출부; 및 인공신경망 기반의 비선형 분류기를 이용하여 상기 선택된 특징을 기반으로 결함을 최종 진단하는 진단부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 5/30 (2013.01)
G06T 5/40 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 C0548160
부처명 중소벤처기업부
연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원
연구사업명 연구마을사업
연구과제명 노후화된 자동화 생산설비의 성능향상을 위한 예지신호 분석 및 상태예측 시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 부경대학교 산학협력단
연구기간 2017.10.01 ~ 2018.09.30
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711070430
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 Grand ICT연구센터지원사업
연구과제명 IoT 및 지능정보 기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성
기 여 율 1/1
주관기관 부산대학교 산학협력단
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기계 결함 진단 장치에 있어서,

적어도 하나 이상의 센서를 기반으로 소리 데이터를 수집하는 수집부 ;

상기 수집된 데이터를 기반으로 특징 이미지를 획득하고, 상기 특징 이미지에 주성분 분석을 적용하여 차원을 줄여 특징을 선택하는 추출부; 및

인공신경망 기반의 비선형 분류기를 이용하여 상기 선택된 특징을 기반으로 결함을 최종 진단하는 진단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기계 결함 진단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 추출부는,

상기 수집된 데이터에 푸리에 분석을 사용하여 각 데이터의 스펙트럼 크기를 산출하는 산출부;

스펙트럼을 포함하는 1차원 벡터를 분할하여 2차원 벡터로 변환하기 위해 상기 산출된 스펙트럼 크기를 기반으로 8비트 그레이 스케일 이미지로 변환하는 변환부;

상기 변환된 이미지를 히스토그램 평활화하여 콘트라스트를 강화함으로써 특징 이미지를 획득하는 획득부; 및

상기 히스토그램 평활화 된 이미지를 특징 이미지의 원본 데이터로 사용하여 추출한 주성분 기반을 상기 특징 이미지에 적용하여 프로젝션 데이터를 획득한 후, 일부 프로젝션 데이터을 선택함으로써 특징을 선택하는 분석부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기계 결함 진단 장치.

청구항 3

기계 결함 진단 방법에 있어서,

수집부가 적어도 하나 이상의 센서를 기반으로 소리 데이터를 수집하는 단계 ;

추출부가 상기 수집된 데이터를 기반으로 특징 이미지를 획득하고, 상기 특징 이미지에 주성분 분석을 적용하여 차원을 줄여 특징을 선택하는 단계; 및

진단부가 인공신경망 기반의 비선형 분류기를 이용하여 상기 선택된 특징을 기반으로 결함을 최종 진단하는 진단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기계 결함 진단 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 특징을 선택하는 단계는,

산출부가 상기 수집된 데이터에 푸리에 분석을 사용하여 각 데이터의 스펙트럼 크기를 산출하는 단계;

변환부가 스펙트럼을 포함하는 1차원 벡터를 분할하여 2차원 벡터로 변환하기 위해 상기 산출된 스펙트럼 크기를 기반으로 8비트 그레이 스케일 이미지로 변환하는 단계;

획득부가 상기 변환된 이미지를 히스토그램 평활화하여 콘트라스트를 강화함으로써 특징 이미지를 획득하는 단

계; 및

분석부가 상기 히스토그램 평활화 된 이미지를 특징 이미지의 원본 데이터로 사용하여 주성분 기반을 추출하는 단계;

상기 분석부가 상기 추출된 주성분 기반을 상기 특징 이미지에 적용하여 프로젝션 데이터를 획득하는 단계; 및

상기 분석부가 상기 획득된 프로젝션 데이터 중 일부 프로젝션 데이터를 선택함으로써 특징을 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기계 결함 진단 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 기계 결함 진단 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수집된 데이터에서 내부 특성을 분명하게 구분하여 기계의 결함을 실시간으로 정확하게 진단할 수 있도록 하는 기계 결함 진단 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 4차 산업혁명이란 독일 제조업이 직면한 사회, 기술, 경제, 생태, 정치 부문의 변화에 ICT를 접목해 총력적으로 대응하겠다는 전략으로, 사물인터넷(IoT: Internet of Things)과 기업용 소프트웨어, 위치정보, 보안, 클라우드, 빅데이터, 가상현실 등 ICT 관련 기술들을 적극 활용하는 스마트팩토리를 목표로 한다.

[0004] 이 스마트팩토리에서 스마트 제조 분석은 주로 비즈니스 인텔리전스 솔루션들을 중심으로 정형적 데이터 또는 수치 데이터 (BI)를 이용한 데이터 분석이 주를 이루며 일부 연구 기관에서 전문가의 예측을 지원하는 도구개발을 시도하고 있지만 국외 기술에 비해 시작 단계이고 수작업 의존도가 높다. 국내에서는 주로 수치 데이터를 이용한 예측분석이 주를 이루며 비정형적 데이터에서 정보를 추출한 예측연구는 시작단계이다.

[0005] 최근 예측분석 기술의 발달로 생산 기계에 자기인식 능력을 제공하여 근로자에게 기계의 상태 정보를 명확하게 제공하고, 이로부터 생산성, 효율성, 안전성을 향상시키는 예측적 생산 시스템이 활발하게 연구되고 있다.

[0006] 특히, 제조업의 생산 설비 관리는 생산관리에 있어서 매우 중요한 요소로서 생산 기계의 고장이나 오류는 현장의 생산율 저하, 불량률 증가와 같은 문제를 초래함에 따라 안정적인 생산 활동을 지속하기 위해서는 생산 설비 역시 지속적인 관리가 요구되고, 문제가 발생되기 전에 필요한 조치를 취하는 예지보전 기술을 도입하고 있는 추세이다.

[0007] 따라서, 기계의 결함을 진단하기 위해 수집된 데이터에서 내부 특성을 분명하게 구분하여 기계 결함에 대한 진단 정확도를 높일 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 기계의 결함을 진단하기 위해 수집된 데이터에서 내부 특성을 분명하게 구분하여 기계 결함에 대한 진단 정확도를 높일 수 있도록 하는 기계 결함 진단 장치 및 방법을 제공함에 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 실시간으로 기계 결함을 진단하여 최소의 유지보수 비용을 만족하면서도 시스템의 안전성과 신뢰성을 향상시킬 수 있도록 하는 기계 결함 진단 장치 및 방법을 제공함에 있다.

[0011] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 기계 결함 진단 장치는, 적어도 하나 이상의 센서를 기반으로 소리 데이터를 수집하는 수집부; 상기 수집된 데이터를 기반으로 특징 이미지를 획득하고, 상기 특징 이미지에 주성분 분석을 적용하여 차원을 줄여 특징을 선택하는 추출부; 및 인공신경망 기반의 비선형 분류기를 이용하여 상기 선택된 특징을 기반으로 결함을 최종 진단하는 진단부를 포함한다.

[0014] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 기계 결함 진단 방법은, 수집부가 적어도 하나 이상의 센서를 기반으로 소리 데이터를 수집하는 단계; 추출부가 상기 수집된 데이터를 기반으로 특징 이미지를 획득하고, 상기 특징 이미지에 주성분 분석을 적용하여 차원을 줄여 특징을 선택하는 단계; 및 진단부가 인공신경망 기반의 비선형 분류기를 이용하여 상기 선택된 특징을 기반으로 결함을 최종 진단하는 진단부를 포함한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 의하면, 기계의 결함을 진단하기 위해 수집된 데이터에서 내부 특성을 분명하게 구분하여 기계 결함에 대한 진단 정확도를 높일 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명에 의하면, 실시간으로 기계 결함을 진단하여 최소의 유지보수 비용을 만족하면서도 시스템의 안전성과 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0018] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 기계 결함 진단 장치의 구성을 나타내는 블록도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기계 결함 진단 방법을 나타내는 순서도,

도 3a 및 도 3b는 종래기술에 따른 데이터 클러스터링 결과를 나타내는 도면,

도 4a 및 도 4b는 본 발명에 따른 데이터 클러스터링 결과를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.

[0022] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0023] 한편, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0024] 본 발명은 기계가 생성한 신호를 분석하여 1차원 신호를 2차원으로 변환하고, 건강한 패턴을 보강하기 위한 신호 처리 기술을 적용하여 주성분 분석으로 차원을 줄인 후, 최종 차별을 위한 비선형 분류기를 이용해 기계 결함을 자동으로 진단하는 것이다.

[0025] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 기계 결함 진단 장치 및 방법에 대하여 첨부된 도면을 참고하여 구체적으

로 설명하기로 한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 기계 결함 진단 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 기계 결함 진단 장치(100)는 크게 수집부(11), 추출부(13) 및 진단부(15)를 포함한다.

[0028] 수집부(11)는 적어도 하나 이상의 센서를 기반으로 데이터를 수집한다. 이때, 데이터는 소리 데이터일 수 있다. 예를 들어, 드릴의 소리 데이터를 수집하는 경우, 산업 현장에서 활동 중인 시간 동안 드릴에 의해 생성된 소리를 사용하고, 정상 상태의 신호와 날이 마모된 비정상 상태의 신호로 구성될 수 있다.

[0029] 추출부(13)는 수집부(11)에 의해 수집된 데이터로부터 차별적 특징을 추출하기 위해 특징 이미지를 획득하고, PCA(principal component analysis) 즉, 주성분 분석을 적용하여 프로젝션 데이터를 획득하여 특징을 선택한다.

[0030] 여기서, PCA는 상관된 데이터 집합을 선형 상관관계가 없는 값의 집합으로 변환하기 위해 직교 변환을 사용하는 통계적 절차이다. 이러한 값을 주 구성 요소라고 한다. 획득된 주성분의 수는 원래 데이터의 차원보다 작거나 같다. PCA는 첫 번째 주성분이 가능한 가장 큰 분산을 가지도록 정의되어 데이터 집합의 가변성에 민감하다. 이어지는 각 구성 요소는 선행 구성 요소와 직교해야 한다는 제약하에서 가능한 한 가장 높은 분산을 가져야 한다. 새 표현을 얻기 위해 원본 데이터를 PCA 공간이라는 새로운 기준으로 투영한 후 획득한 벡터를 주성분으로 사용하다. 이는 PCA의 차원 감소 기능의 일부이다.

[0031] 구체적으로, 이 추출부(13)는 산출부(131), 변환부(133), 획득부(135) 및 분석부(135)를 포함한다.

[0032] 먼저, 산출부(131)는 수집부(11)에 의해 수집된 데이터에 푸리에 분석을 사용하여 각 데이터의 스펙트럼 크기를 산출한다.

[0033] 변환부(133)는 스펙트럼을 포함하는 1차원 벡터를 다시 분할하여 2차원 벡터로 변환하기 위해 행렬의 최대 진폭을 255로 설정하고, 최소값을 0으로 설정하는 선형 정규화 과정을 거쳐 8비트 그레이 스케일 이미지로 변환한다.

[0034] 획득부(135)는 변환부(133)에 의해 8비트 그레이 스케일 이미지로 변환된 이미지의 데이터에 존재할 수 있는 건강한 패턴 즉, 유용한 패턴을 보급하고 보강하기 위해 히스토그램 평활화를 사용하여 콘트라스트를 강화함으로써 특징 이미지를 획득한다.

[0035] 분석부(137)는 차수를 줄이고 첫번째 프로젝션 데이터를 얻기 위해 특징 이미지 위에 주성분 분석을 적용하여 프로젝션 데이터를 획득한 후, 일부 프로젝션 데이터를 선택한다. 즉, 주성분에 대한 특징 이미지의 프로젝션 후, 시스템의 특징을 선택하는 것이다.

[0036] 한편, 진단부(15)는 인공신경망을 기반으로 하는 비선형 분류기를 이용하며, 분석부(137)에 의해 선택된 특징을 기반으로 기계의 결함을 진단한다.

[0037] 여기서, 인공신경망(artificial neural networks, ANNs)은 정보가 시작 뉴런에서부터 네트워크 맨 끝에 있는 뉴런으로 흐르는 인공 뉴런의 상호 연결된 그룹으로 구성된다. 정보는 비선형 함수를 사용하여 흐른다. 이 함수의 목적은 데이터 내부에 포함된 비선형성을 발견하여 데이터의 이해를 돕는 것이다. ANN은 수신된 정보를 기반으로 구조를 변경하고 학습 과정 후에 학습된 이해력을 일반화할 수 있는 능력을 습득하는 적응 시스템이다. 네트워크는 실제 출력과 원하는 출력 사이에서 오류를 역 전파시킴으로써 학습한다.

[0038] 즉, 본 발명에서는 특징 이미지의 투영된 값이 신경 네트워크 기반 분류기에 주어지며, 그 출력은 기계 결함을 진단하기 위한 MDF (machine fault diagnosis) 시스템의 최종 진단 결과를 나타내는 것이다.

[0040] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기계 결함 진단 방법을 나타내는 순서도이다.

[0041] 먼저, 수집부(11)가 기계에 대한 데이터를 수집하면(S201), 산출부(131)가 그 수집된 데이터에 푸리에 분석을 사용하여 각 데이터의 스펙트럼 크기를 산출한 후(S203), 변환부(133)가 스펙트럼을 포함하는 1차원 벡터를 분할하여 2차원 벡터로 변환하기 위해 8비트 그레이 스케일 이미지로 변환한다(S205).

[0042] 이후, 획득부(135)가 변환된 이미지의 데이터에 존재할 수 있는 유용한 패턴을 보급하고 보강하기 위해 히스토그램 평활화를 사용하여 콘트라스트를 강화함으로써 특징 이미지를 획득한다(S207).

[0043] 분석부(137)는 히스토그램 평활화 된 이미지를 특징 이미지의 원본 데이터로 사용하여 주성분을 추출하고

(S209), 그 추출된 주성분을 특징 이미지에 적용 즉, 프로젝션 하여 프로젝션 데이터를 획득한 후, 특징을 선택한다(S211).

[0044] 진단부(15)는 인공신경망을 기반으로 하는 비선형 분류기를 이용하여 S211단계에서 선택된 특징을 기반으로 기계의 결함을 최종 진단한다.

[0045] 이러한 일련의 과정들을 간략히 설명하면 하기와 같다.

[0046] 1차원 벡터를 2 차원 벡터로 만들기 위해 2205 = 49 × 45로 계산하여, 이에 따라 스펙트럼 크기의 벡터 길이를 49× 45차원으로 분할한다. 만들고자 하는 2D 행렬의 열로 45 개의 49 차원 벡터를 가지고, 크기 49 × 45의 2 차원 행렬을 제공한다. 선형 정규화 과정 후, 49 × 45의 8 비트 그레이 스케일 이미지를 얻는다. 2183 개의 데이터 사운드가 원점에 있고, 처리할 특징 이미지는 49 x 45 x 2183 크기의 행렬을 형성한다. 마지막으로 히스토그램 평활화가 생성된 이미지에 적용되어 대비를 조정하고 이미지 전체에 좋은 패턴을 분산시킨다. 히스토그램 평활화된 이미지를 특징 이미지의 원본 데이터로 사용하여 PCA 기반을 계산한다. 특징 이미지를 PCA 공간으로 투영한 후, 비선형 분류기의 입력으로 사용하기 위해 일부 프로젝션된 데이터를 선택한다. 비선형 분류기 선택된 프로젝션된 데이터를 기반으로 기계 결함을 최종 진단한다.

[0047] 도 3a 및 도 3b는 종래기술에 따른 데이터 클러스터링 결과를 나타내는 도면이다.

[0048] 구체적으로, 도 3a는 종래기술에 따라 시계열을 사용하여 투영된 데이터를 나타내는 도면이고, 도 3b는 종래기술에 따라 시계열의 통계적 특징에 의해 표현된 데이터 투영을 나타내는 도면이다.

[0049] 먼저, 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 두 가지 종류의 데이터가 어떤 방식으로 함께 클러스터링 되는지 알 수 있다. 이는 사운드 데이터의 시계열이 진단 분석에 유용한 정보를 나타내지 않는다는 것을 의미한다. 도 3b를 통해 보면, 시계열의 경우 데이터가 매우 유사하여 모두가 함께 클러스터링 되는 것을 확인할 수 있다.

[0050] 도 4a 및 도 4b는 본 발명에 따른 데이터 클러스터링 결과를 나타내는 도면이다.

[0051] 구체적으로, 도 4a는 본 발명에 따른 스펙트럼 크기 기반 특징 이미지에 의한 데이터를 나타내는 도면이고, 도 4b는 본 발명에 따른 스펙트럼 크기 기반 특징 이미지의 히스토그램 평활화에 의한 데이터를 나타내는 도면이다.

[0052] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 2개의 데이터 사이의 차이점이 나타나고, 더욱이 히스토그램 평활화된 이미지를 사용하면 더 명확한 차이점이 나타나는 것을 알 수 있다. 특히, 그림 4b는 최종 특징으로 사용한 대비가 향상된 이미지를 사용한 투영법을 보여주며 데이터가 어떻게 올바르게 분리되어 있는지를 볼 수 있다. 구분되어진 2개의 클러스터가 생성된다.

[0053] 즉, 시계열을 원본데이터로 통계적 특징을 사용하여 PCA를 적용한 후, 분류기는 비정상적인 데이터를 인식하는데 어려움을 겪고 있으며, 그 중 많은 수가 잘못 분류되었다. 이산 웨이브렛 변환(DWT) 계수와 연속 웨이블릿 변환(CWT) 계수는 시간-주파수 영역 기반 분석을 표현한다. 하기 <표 1>에서 DWT 계수가 총 95.7 % 의 정확도 보여 DWT 계수는 여전히 우수한 반면 CWT 계수 비정상적인 데이터를 잘 인식하지 못하고 있다.

[0054] 본 발명은 사운드의 스펙트럼 크기를 이미지로 변환하여 사용한 방법으로 주파수 영역을 기반으로 한다는 것을 상기한다. 따라서 기존 기술과의 비교에서도 특징 이미지 계수는 데이터의 주요 특성을 포착함으로써 탁월한 성능을 보였다.

표 1

[0055]

	P.K. Kankar et al.	K.M. Lee et al.	P.K. Kankar et al.	실시예
특징 추출 방법	Time series + statistical features	DWT coefficients + PCA	CWT components + statistical features	Feature images
분류 방법	Neural Network	Neural Network	Neural Network	Neural Network
정확도	86.1%	95.7%	75.8%	99.5%

[0056] 따라서, 본 발명은 기계의 결함을 진단하기 위해 수집된 데이터에서 내부 특성을 분명하게 구분함으로써 기계 결함에 대한 진단 정확도를 높일 수 있도록 한다.

[0057] 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

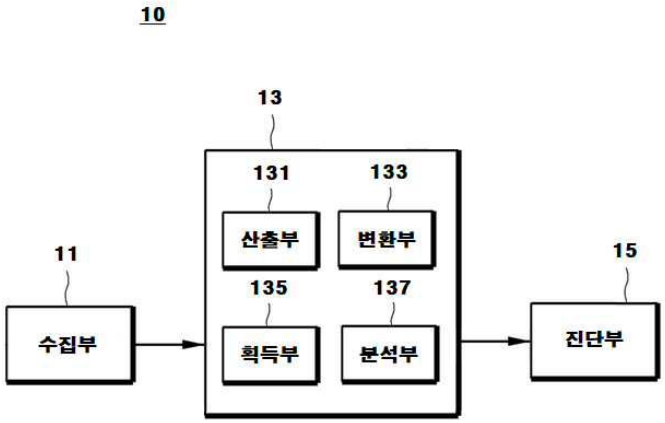
부호의 설명

[0059]

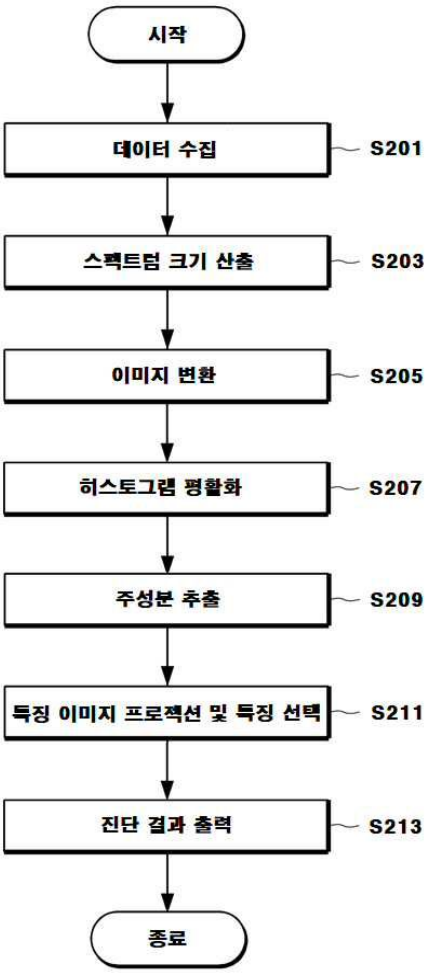
10: 기계 결함 진단 장치	11: 수집부
13: 추출부	15: 진단부
131: 산출부	133: 변환부
135: 획득부	137: 분석부

도면

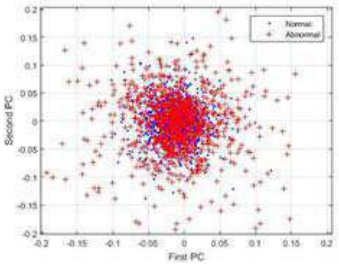
도면1



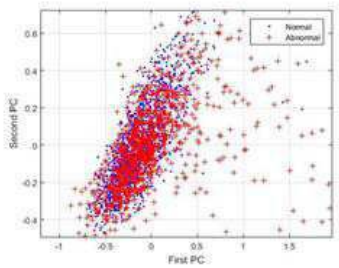
도면2



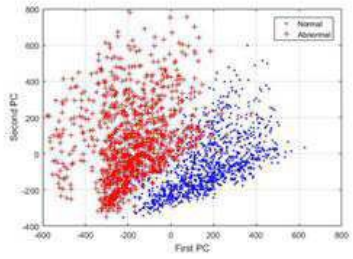
도면3a



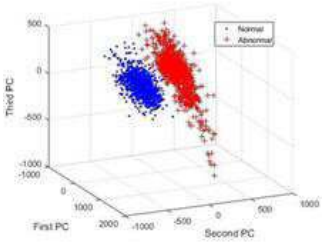
도면3b



도면4a


Normal
Abnormal
Second PC
First PC

도면4b


Normal
Abnormal
Third PC
First PC
Second PC