



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0066143
(43) 공개일자 2017년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01H 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01H 1/003 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0172774

(22) 출원일자 2015년12월05일

심사청구일자 2015년12월05일

(71) 출원인
두산중공업 주식회사

경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)

(72) 발명자

이상진

경기도 용인시 수지구 심곡로 87, 1034호(성북동)

(74) 대리인

이영규, 윤병국

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 진단 규칙에 기반한 진단 장치

(57) 요약

본 발명은 설비의 상태 데이터를 수집하는 측정부, 상태 데이터가 저장되는 데이터베이스, 측정부가 신규 상태 데이터를 수집하면, 데이터베이스에 기반하여 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지 판단하는 탐지부, 상태 데이터가 비정상 상태 데이터인 경우 일반적 진단 규칙(Diagnosis Rules)에 따라 비정상 상태 데이터를 분류하고, 분류된 비정상 상태 데이터를 데이터베이스에 저장하는 진단부를 포함하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

설비의 상태 데이터를 수집하는 측정부;

상태 데이터가 저장되는 데이터베이스;

상기 측정부가 신규 상태 데이터를 수집하면, 상기 데이터베이스에 기반하여 상기 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지 판단하는 탐지부;

상기 상태 데이터가 비정상 상태 데이터인 경우 일반적 진단 규칙(Diagnosis Rules)에 따라 비정상 상태 데이터를 분류하고, 분류된 비정상 상태 데이터를 상기 데이터베이스에 저장하는 진단부;

를 포함하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 측정부는,

회전체의 진동 상태 데이터를 수집하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 측정부는,

K-mean 클러스터링 방식으로 상태 데이터를 수집하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 측정부는,

설비의 정상 운전을 진행하면서 정상 상태 데이터를 실시간으로 수집하여 상기 데이터베이스에 저장하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 탐지부는,

상태 데이터가 정상 상태 데이터로 판단되는 경우, 상기 데이터베이스에 저장하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 탐지부는,

상기 데이터베이스에 저장된 정상 상태 데이터 또는 비정상 상태 데이터에 기반하여 수집된 상태 데이터를 판단하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 탐지부는,

상기 데이터베이스에 비정상 상태 데이터가 존재하지 않더라도, 상기 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지를 판단하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 진단부는,

비정상 상태 데이터를 SVM(Support Vector Machine) 알고리즘으로 분류하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 진단부는,

상기 비정상 상태 데이터를 고장 유형(fault type)별로 분류하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

청구항 10

제 1항에 있어서,

분류된 비정상 상태 데이터를 분류별로 상기 데이터베이스에 저장하여 비정상 상태 데이터를 축적하고, 추후 신규 상태 데이터가 수집되는 경우 상기 축적된 비정상 상태 데이터를 이용하여 진단하는 것을 특징으로 하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 설비의 상태 데이터를 수집하는 측정부, 상태 데이터가 저장되는 데이터베이스, 측정부가 신규 상태 데이터를 수집하면, 데이터베이스에 기반하여 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지 판단하는 탐지부, 상태 데이터가 비정상 상태 데이터인 경우 일반적 진단 규칙(Diagnosis Rules)에 따라 비정상 상태 데이터를 분류하고, 분류된 비정상 상태 데이터를 데이터베이스에 저장하는 진단부를 포함하는 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0003] 현장 설비에 문제가 발생하는 경우, 설비가 현재 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지를 확인하여야 한다. 이 때, 정상 상태인지 비정상 상태인지를 판단하는 기준은 데이터베이스에 이미 저장된 상태 데이터를 기반으로, 설비를 측정한 상태 데이터가 정상 상태 데이터 또는 비정상 상태 데이터 중 어느 상태에 가까운 값에 위치하는 지를 가지고 판단하였다.
- [0004] 도 1을 참조하면, 종래의 현장 설비를 진단하는 방법이 개시되어 있다. 이 때, 종래의 신호기반 진단법은 고장 모드 별로 미리 고장신호를 취득하고 데이터베이스화 한 이후 분류(classification)를 진행하여야 한다. 이 때, 테스트용 키트를 활용하여 실험실에서 고장신호를 취득 후 알고리즘을 생성할 수 있으나, 실제로 사용되는 제품의 고장 신호와는 상이한 태양을 보일 수 있기 때문에 테스트 데이터를 그대로 적용할 수 없는 문제점이 존재한다.
- [0005] 또한, 고장신호의 데이터베이스가 존재하지 않는 경우, 진단 자체가 진행될 수 없어 현장 설비의 진단을 빠르게 진행할 수 없는 단점이 있다. 따라서, 고장 신호의 일반 데이터베이스가 없이도 현장 설비의 진단이 가능한 진단 장치의 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상술한 바와 같이 일반적 진단 규칙에 따라 비정상 상태 데이터를 분류하여, 데이터베이스 없이도 진단 규칙에 기반한 설비 진단을 할 수 있는 진단 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 기술적 과제가 포함될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 설비의 상태 데이터를 수집하는 측정부, 상태 데이터가 저장되는 데이터베이스, 상기 측정부가 신규 상태 데이터를 수집하면, 상기 데이터베이스에 기반하여 상기 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지 판단하는 탐지부, 상기 상태 데이터가 비정상 상태 데이터인 경우 일반적 진단 규칙(Diagnosis Rules)에 따라 비정상 상태 데이터를 분류하고, 분류된 비정상 상태 데이터를 상기 데이터베이스에 저장하는 진단부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 측정부가 회전체의 진동 상태 데이터를 수집하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 측정부가 K-mean 클러스터링 방식으로 상태 데이터를 수집하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 측정부가 설비의 정상 운전 을 진행하면서 정상 상태 데이터를 실시간으로 수집하여 상기 데이터베이스에 저장하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 탐지부가 상태 데이터가 정상 상태 데이터로 판단되는 경우, 상기 데이터베이스에 저장하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 탐지부가 상기 데이터베이스에 저장된 정상 상태 데이터 또는 비정상 상태 데이터에 기반하여 수집된 상태 데이터를 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 탐지부가 상기 데이터베이스에 비정상 상태 데이터가 존재하지 않더라도, 상기 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지를 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 진단부가 비정상 상태 데이터

를 SVM(Support Vector Machine) 알고리즘으로 분류하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 상기 진단부가 상기 비정상 상태 데이터를 고장 유형(fault type)별로 분류하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 분류된 비정상 상태 데이터를 분류별로 상기 데이터베이스에 저장하여 비정상 상태 데이터를 축적하고, 추후 신규 상태 데이터가 수집되는 경우 상기 축적된 비정상 상태 데이터를 이용하여 진단하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 축적된 고장신호 데이터가 없더라도, 일반적인 진단 규칙에 의하여 진단을 할 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 고장신호 데이터가 축적됨에 따라 진단율이 높은 신호기반 데이터베이스를 구축할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치는, 종래에 고장신호를 사전취득하여야 하는 문제점을 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 종래의 진단 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치를 나타내는 예시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치를 나타내는 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치에 사용되는 일반적 진단 규칙을 나타내는 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치가 진단 모델을 생성하는 방법을 나타내는 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 '일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치'를 상세하게 설명한다. 설명하는 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 통상의 기술자가 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것으로 이에 의해 본 발명이 한정되지 않는다. 또한, 첨부된 도면에 표현된 사항들은 본 발명의 실시 예들을 쉽게 설명하기 위해 도식화된 도면으로 실제로 구현되는 형태와 상이할 수 있다.
- [0027] 한편, 이하에서 표현되는 각 구성부는 본 발명을 구현하기 위한 예일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 다른 구현에서는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 구성부가 사용될 수 있다.
- [0028] 또한, 어떤 구성요소들을 '포함'한다는 표현은, '개방형'의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0029] 또한, '제1, 제2' 등과 같은 표현은, 복수의 구성들을 구분하기 위한 용도로만 사용된 표현으로써, 구성들 사이의 순서나 기타 특징들을 한정하지 않는다.
- [0030] 실시예들의 설명에 있어서, 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들이 기판, 각 층(막), 영역, 패드 또는 패턴들의 "상/위(on)"에 또는 "하/아래(under)"에 형성된다는 기재는, 직접(directly) 또는 다른 층을 개재하여 형성되는 것을 모두 포함한다. 각 층의 상/위 또는 하/아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다.
- [0031] 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐만 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.

- [0033] 도 1은 종래의 진단 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 종래의 진단 방법은 신규 상태 데이터가 입력되었을 때 진단 방법을 확인할 수 있다.
- [0035] 먼저, 신규 상태 데이터가 입력되면 데이터베이스에 기반하여 비정상상태를 탐지한다. 데이터베이스에는 종래에 미리 축적되어 있는 정상 상태 데이터와 비정상 상태 데이터의 값이 저장되어 있어, 설비가 현재 가지고 있는 상태 데이터가 정상인지 비정상 상태인지를 확인할 수 있다.
- [0036] 이어, 비정상 상태 데이터로 확인되는 경우 축적된 비정상 상태 데이터의 데이터베이스에 따라 분류하여, 비정상 상태 데이터들의 고장 유형을 분류시킨다. 예를 들어, 모터의 진폭이 10% 증가한 경우 A고장모드, 모터의 회전주기가 5% 감소한 경우 B고장모드 등 종래에 설비의 비정상 상태라고 판정되었던 고장 유형들에 따라서 분류한다.
- [0037] 그러나, 종래의 진단 방법은 데이터베이스 또는 비정상 상태 데이터베이스가 미리 구축되어 있어야 한다. 데이터베이스에 비정상 상태에 대한 데이터가 존재하지 않는 경우, 현재 현장 설비가 가지고 있는 상태가 정상인지 또는 비정상인지를 확인할 수 없기 때문에, 충분한 데이터를 확보한 이후 진단을 시작하여야 하는 문제점이 존재한다.
- [0038] 따라서, 비정상 상태 데이터에 대한 데이터베이스가 별도로 구축되지 않더라도, 일반적 진단 규칙에 따라서 비정상 상태 데이터를 분류하여 진단하는 진단 장치를 구축하는 방안이 연구되고 있다. 이에 대한 상세한 내용은 도 2, 3, 4, 5를 참조하기로 한다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치를 나타내는 예시도이며, 도 3은 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치를 나타내는 순서도이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치(200)는, 측정부(210), 데이터베이스(220), 탐지부(230), 진단부(240)를 포함할 수 있다.
- [0042] 측정부(210)는 설비의 상태 데이터를 수집한다. 이 때, 측정부는 현장 설비가 가지고 있는 현재 상태의 값인 상태 데이터를 측정할 수 있다. 상태 데이터는 어느 하나의 수치에 한정되는 것은 아니며 현장 설비의 종류에 따라 다양하게 달라질 수 있다. 예를 들어, 상태 데이터는 현장 설비의 온도, 압력, 토크, 회전 상태, 출력량, 회전수 등 다양한 상태 데이터가 측정되어 수집될 수 있다.
- [0043] 또한, 측정부는 현장 설비의 여러 상태 데이터를 측정하여 수집할 수 있으며, 하나의 현장 설비에 대해서 여러 부분의 상태 데이터를 측정하여 수집할 수도 있고, 여러 현장 설비에 대한 상태 데이터를 동시에 측정하여 수집할 수도 있다.
- [0044] 예를 들어, 측정부는 가스터빈(현장 설비)의 압축기(A부분), 연소기(B부분), 터빈(C부분)으로 나누어, 각각의 부분에 대한 상태 데이터를 측정할 수 있다. 압축기의 현재 회전 상태와 출력의 사용량, 연소기의 온도 및 압력 상태, 터빈의 회전수 및 토크 수치 등 여러 상태 데이터를 모두 수집하여 진단 장치에 저장할 수 있다. 또한, 측정부는 제1 가스터빈, 제2 가스터빈, 제1 모터, 제2 모터 등 여러 현장 설비의 상태 데이터를 한번에 측정하여 진단 장치에 저장할 수도 있다.
- [0045] 또한, 측정부는 회전체의 진동 상태 데이터를 수신할 수 있다. 회전체는 모터나 터빈 등 회전하는 설비를 통칭하며, 이러한 회전체의 경우 불평형(Unbalance), 마찰진동(Rubbing), 정렬 불량(misalignment) 등 회전체만이 가질 수 있는 특이한 이상 진동을 발생할 수 있다. 이러한 이상 진동들은 베어링과 같은 각종 부품들의 수명을 단축시킬 뿐만 아니라, 설비의 대형 사고를 유발할 수 있다. 따라서, 기계 설비를 직접 분해하지 않고 진동 또는 온도와 같이 설비의 여러 상태 데이터(물리량)를 측정하여 기계의 상태를 예측하도록 하는 진단 방법이 반드시 필요하게 된다.
- [0046] 특히, 설비의 고장은 출력의 변화, 온도의 이상 상승 및 소음과 진동을 수반하여 나타날 수 있으므로, 설비의 이상은 대부분 진동을 발생하게 된다. 이러한 변화는 설비가 완전히 중단되기 전부터 나타나기 때문에, 설비의 진동 상태를 측정하여 설비를 분해하거나 중단시키지 않고 진단하는 것이 가능할 수 있다. 따라서, 진동 측정을 이용하여 진동 진단을 진행함으로써 설비를 관리하며, 조업율의 향상, 부품관리의 용이, 불량감소 등 다양한 효과를 발생시킬 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 측정부는 회전체의 편심력에 의하여 나타나는 브레이드의 부식, 회전체의 비산이 원인이 되는 불평

형에 의한 진동, 회전부와 고정부가 물리적으로 접촉됨으로써 평형과 동적 강성을 변화시켜 발생하는 러빙에 의한 진동, 오일휠 등과 같은 자력 진동에 의한 진동 형태인 유체에 의한 불안정 진동, 설계시 응력집중 요소의 부적당한 배치에 의해 나타나는 균열에 의한 진동, 터빈-발전기-여자기의 축정렬이 불량한 경우 생성되는 정렬 불량에 의한 진동 등 다양한 진동 상태 데이터를 측정하여 진단 장치에 저장할 수 있다.

- [0048] 또한, 측정부는 K-mean 클러스터링 방식으로 상태 데이터를 수집할 수 있다. K-mean 클러스터링은 주어진 데이터를 k개의 클러스터로 묶는 알고리즘으로, 각각의 클러스터와 거리 차이의 분산을 최소화하는 방식으로 동작하게 된다. 이러한 K-mean 클러스터링은 초기 k평균값을 데이터 오브젝트 중에서 무작위로 뽑은 후, 가장 가까이 위치하는 평균값을 기준으로 묶는다. 이어, k개의 클러스터링의 중심점을 기준으로 평균값이 재조정되며, 수렴할 때 까지 계속하여 반복한다. 본 발명의 진단 장치가 상태 데이터를 K-mean 클러스터링 및 SVM 알고리즘으로 진단하는 자세한 방법은 도 5를 참조하기로 한다.
- [0049] 또한, 측정부는 설비의 정상 운전을 진행하면서 정상 상태 데이터를 실시간으로 수집하여 데이터베이스에 저장할 수 있다. 일반적으로 설비는 정상 상태에서 동작하는 기간이 비정상 상태에서 동작하는 기간보다 훨씬 길며, 따라서 설비가 정상 상태에서 동작하는 그 자체의 상태 데이터를 실시간으로 진단 장치의 데이터베이스에 저장하여, 설비가 정상 상태인지 아닌지를 빠르게 확인할 수 있다. 예를 들어, 가스 터빈의 온도가 800° C인 경우, 압축기 가동 동력이 터빈 발생 출력의 40%인 경우 등 다양한 정상 상태의 데이터들을 진단 장치에 저장하고, 해당 상태 데이터가 수집되는 동안에는 진단 장치가 정상 상태로 판단할 수 있다.
- [0050] 데이터베이스(220)는 상태 데이터가 저장된다. 데이터베이스는 현장의 현장 설비에서 발생하는 다양한 문제에 대한 상태 데이터들을 효율적으로 수집하여 데이터베이스화 할 수 있다. 더 나아가, 데이터베이스는 정상 상태 또는 비정상 상태임을 구분하는 일반적 진단 규칙을 데이터화 하여 저장할 수 있고, 진단에 사용하는 SVM 모델 알고리즘의 진단 모델을 데이터화 하여 저장할 수도 있다.
- [0051] 예를 들어, 가스터빈의 허용 온도가 650, 750, 850, 950° C일 때의 상태 데이터를 계속하여 저장하고, 이 때 가스터빈의 동작 상태가 정상임을 판단한 후 가스터빈의 정상 상태 허용 온도 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 주기의 변화가 1.8 이상인지 판단하는 진단 규칙을 저장할 수 있고, 여러 비정상 상태 데이터들을 경계값(boundary)로 구분하는 SVM 모델의 기준 데이터를 저장할 수도 있다.
- [0053] 탐지부(230)는 측정부가 신규 상태 데이터를 수집하면, 데이터베이스에 기반하여 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지를 판단한다.
- [0054] 도 3을 참조하면, 신규 상태 데이터가 수집되는 경우, 데이터베이스에 신규 상태 데이터와 대응하는 상태 데이터의 정보가 있는지 여부를 확인 후, 정상 상태 또는 비정상 상태를 판단한다. 데이터베이스에는 저장된 정상 상태 데이터 또는 저장된 비정상 상태 데이터가 모두 존재할 수 있고, 대응되는 상태 데이터가 존재하지 않을 수도 있다.
- [0055] 정상 상태 데이터의 경우, 설비가 정상적으로 동작하게 되는 모든 데이터를 수집하므로 일반적인 정상 상태 데이터의 수집은 데이터베이스에 남아 있게 된다. 그러나, 비정상 상태 데이터의 경우 데이터베이스에 별도로 저장되지 않을 수 있다. 이 때, 탐지부는 데이터베이스에 비정상 상태 데이터가 존재하지 않더라도, 후술하는 일반적 진단 규칙에 따른 비정상 상태 데이터의 확인에 의해 신규 상태 데이터가 정상 상태인지 또는 비정상 상태인지를 판단할 수 있다.
- [0057] 진단부(240)는 상태 데이터가 비정상 상태 데이터인 경우 일반적 진단 규칙(Diagnosis Rules)에 따라 비정상 상태 데이터를 분류하고, 분류된 비정상 상태 데이터를 상기 데이터베이스에 저장한다. 이 때, 일반적 진단 규칙은 비정상 상태 모드 별로 판별할 수 있는 규칙을 말한다.
- [0058] 더 구체적으로, 회전체의 경우 회전수의 배수(harmonics) 성분의 진폭과 위상 등을 기준으로 비정상 상태 모드 별로 판별할 수 있다. 이러한 규칙들을 통하여 비정상 상태 데이터가 없는 상태에서도 진단이 가능하도록 한다.
- [0059] 또한, 진단부는 비정상 상태 데이터를 고장 유형(fault type)별로 분류할 수 있다. 진단부가 진단하는 설비(회전체)에서 발생될 수 있는 이상 진동은 불균형(Unbalance), 마찰진동(rubbing), 정렬 불량(misalignment) 등 다양한 이상 진동이 발생할 수 있다. 불균형(Unbalance)에 의한 진동은 회전체의 편심력에 의하여 나타나는 가장 일반적인 진동 형태로 고유 질량의 불평형과 열적 굽힘이 주된 원인이 된다. 마찰진동(Rubbing)은 회전부와

고정부가 물리적으로 접촉됨으로써 평형과 동적 강성을 변화시켜 발생하는 진동의 형태이다. 정렬 불량(misalignment)은 여러 회전체의 축정렬이 불량할 때 생성되는 진동 현상으로서 오일 온도, 진공도 등에 의하여 축심 높이가 변화되어 발생할 수 있다. 본 발명의 진단 장치는, 이러한 여러 가지 고장 유형의 이상 진동을 일반적 진단 규칙을 이용하여 현재 신규 상태 데이터가 어떠한 비정상 상태 데이터인지를 확인하도록 한다.

[0060] 도 4를 참조하면, 일반적 진단 규칙을 나타내는 예시도를 확인할 수 있다. 진동 진단(Vibration Diagnosis)에 있어서 일반 규칙은, 먼저 설비의 진폭과 위상이 변했는지 확인하여 변하지 않은 경우 정상 또는 일반(Normal) 상태로 판단한다. 진폭 또는 위상이 변한 경우 그 변화값이 얼마인지 확인하여, 불균형(Unbalance) 상태인지 마찰진동(rubbing) 상태인지 그 고장 유형(fault type)을 분류하도록 한다.

[0061] 또한, 진단부는 비정상 상태 데이터를 SVM(Support Vector Machine) 알고리즘으로 분류할 수 있다. SVM 알고리즘은 패턴 인식 또는 자료 분석을 위한 학습 모델이며, 분류와 회귀 분석을 위해 사용된다. 두 개의 카테고리 중 어느 하나에 속한 데이터의 집합이 주어졌을 때, SVM 알고리즘은 새로운 데이터가 어느 카테고리에 속할지 판단하는 비확률적 이진 선형 분류 모델을 만든다. 이렇게 만들어진 분류 모델은 데이터가 공간에서 경계로 표현되는데, SVM 알고리즘은 그 중 가장 큰 폭을 가진 경계를 찾는 알고리즘이다. 이에 대한 본 발명의 진단 장치가 분류하는 상세한 내용은 후술하는 도 5를 참조하기로 한다.

[0062] 또한, 진단부는 분류된 비정상 상태 데이터를 분류별로 데이터베이스에 저장하여 비정상 상태 데이터를 축적하고, 추후 신규 상태 데이터가 수집되는 경우 축적된 비정상 상태 데이터를 이용하여 진단할 수 있다. 예를 들어, 신규 상태 데이터를 수집한 후 비정상 상태로 판단하고, 비정상 상태 데이터를 일반적 진단 규칙에 따라 A고장모드와 B고장모드로 분류하여 데이터베이스에 저장한다. 추후, 진단 장치가 진단하는 설비의 A고장모드 상태 데이터를 수집하면, 데이터베이스에서 별도의 일반적 진단 규칙에 의한 진단 없이도 비정상 상태 데이터를 확인하여 고장여부를 빠르게 판단할 수 있다.

[0064] 도 5는 본 발명의 일반적 진단 규칙에 기반한 진단 장치가 진단 모델을 생성하는 방법을 나타내는 예시도이다.

[0065] 도 5를 참조하면, 본 발명의 진단 장치는 여러 상태 데이터들을 K-mean 클러스터링을 이용하여 수집한 후 SVM 모델에 따라 진단할 수 있다.

[0066] 먼저, 도 5(a)를 참조하면, 일반적 진단 규칙에 따른 고장 유형(fault type)을 분류하여, 각각의 상태에 해당하는 데이터를 표시(녹색 점)한다. 예를 들어, x축은 rms값, y축은 peak-to-peak 값에 해당하는 상태 데이터들을 표시하도록 한다. 또한, 일반적 진단 규칙에 따라 제공된 클러스터들의 수를 확인한다. 이 때, K-mean 클러스터링에 따라서 임의의 중심점을 표시(x표시-적색, 청색)한다.

[0067] 도 5(b)를 참조하면, 중심점에 따라서 K-mean 클러스터링을 실시하면서, 중심점의 위치를 변경한다. 이 때, 클러스터의 최적화(optimization)를 위하여 클러스터들의 최적의 수를 결정하도록 한다.

[0068] 도 5(c)를 참조하면, 최적의 중심점이 결정된 후, 중심점을 중심으로 클러스터링된 군집들이 새로운 고장 유형(fault type)으로 결정된다. 도 5(c)에서는 A고장 모드(적색)와 B고장모드(청색)으로 분류한다.

[0069] 도 5(d)를 참조하면, SVM 모델에 따라서 최적의 경계(optimal boundary)를 긋고, A 고장모드와 B고장모드를 분류하도록 한다. 이후, 진단부가 해당 분류에 대한 내용을 새로운 진단 모델 유형으로 데이터베이스에 저장하여 추후의 상태 데이터에 사용될 수 있다.

[0071] 위에서 설명된 본 발명의 실시 예들은 예시의 목적을 위해 개시된 것이며, 이들에 의하여 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명에 대한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정 및 변경을 가할 수 있을 것이며, 이러한 수정 및 변경은 본 발명의 범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

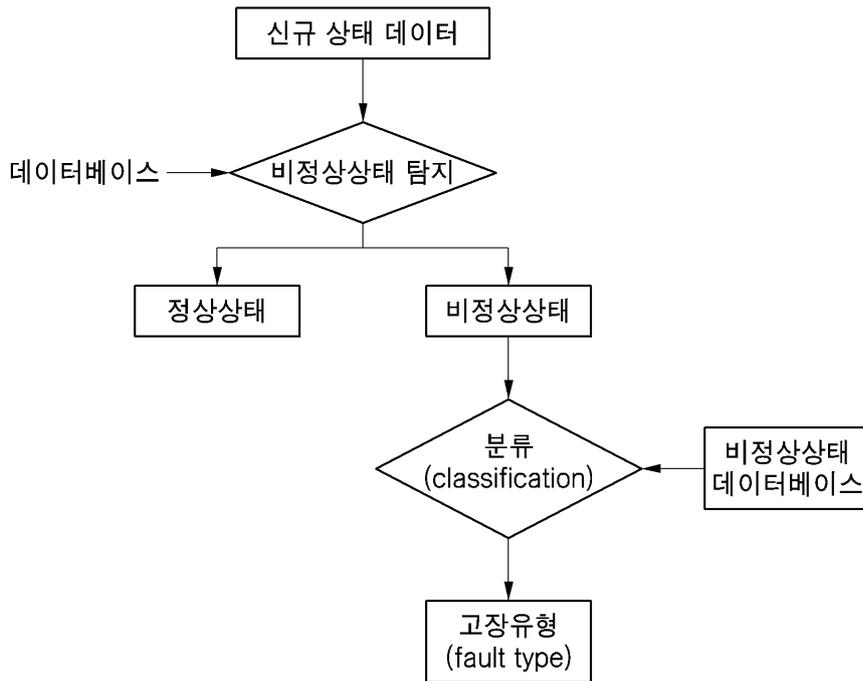
부호의 설명

[0073] 200: 진단 장치

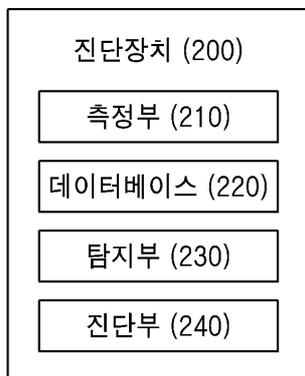
- 210: 측정부
- 220: 데이터베이스
- 230: 탐지부
- 240: 진단부

도면

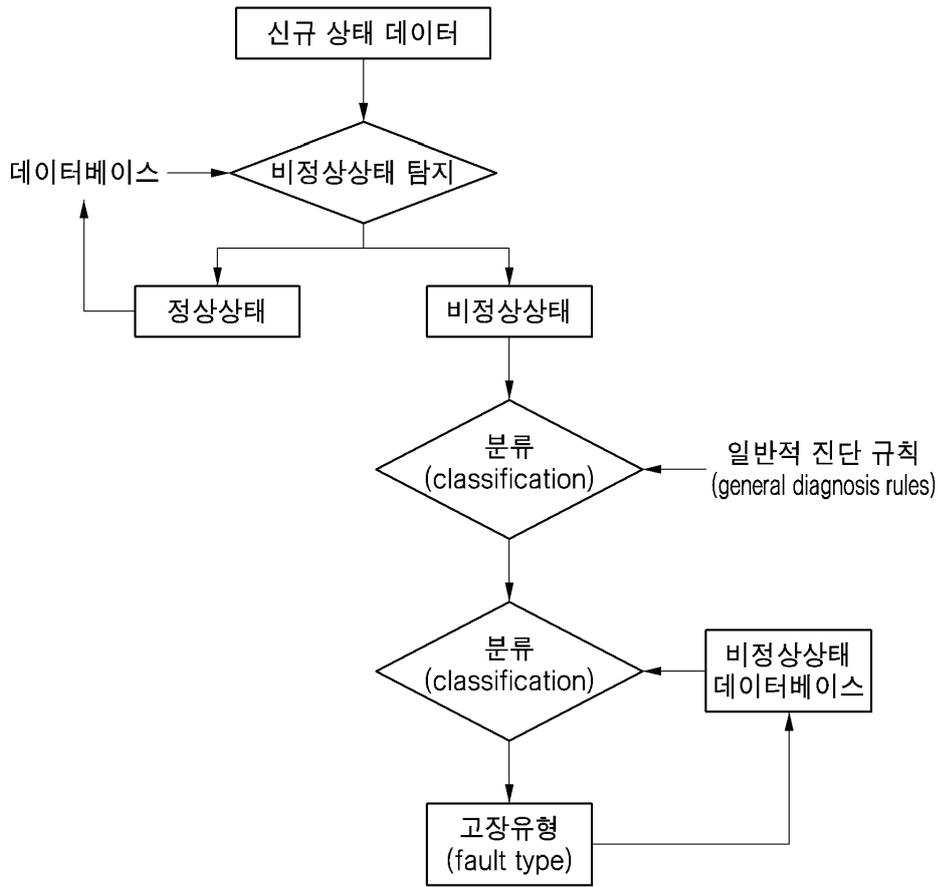
도면1



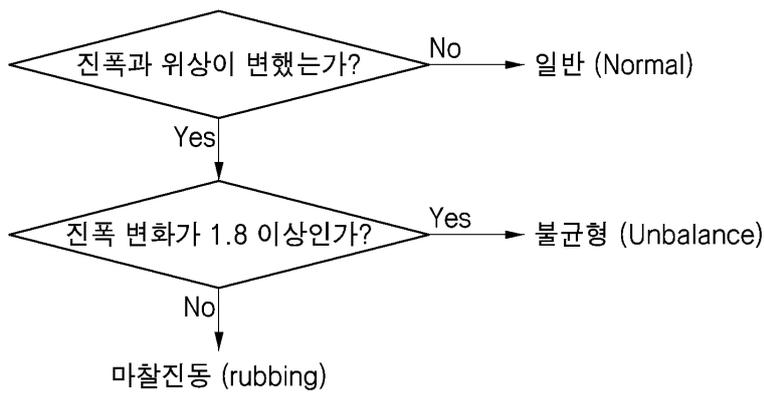
도면2



도면3



도면4



도면5

