

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2011-0108950 (43) 공개일자 2011년10월06일
(51) Int. Cl. <i>G01H 11/06</i> (2006.01) <i>G01H 17/00</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2010-0028453 (22) 출원일자 2010년03월30일 심사청구일자 없음	(71) 출원인 울산대학교 산학협력단 울산 남구 무거2동 산29 (72) 발명자 정의필 서울특별시 은평구 응암1동 42-52 한형섭 울산광역시 동구 동부동 146번지 현대하이아트 102동 506호 (74) 대리인 이현수, 김태현, 정홍식	

전체 청구항 수 : 총 18 항

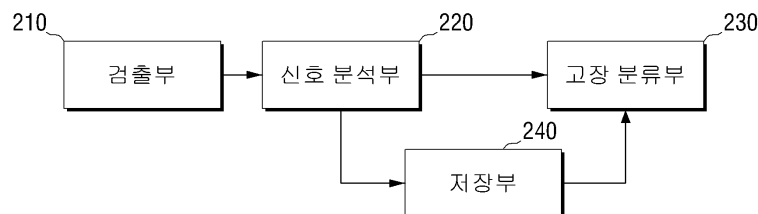
(54) 신경회로망과 특징점을 이용한 고장진단장치 및 그의 고장진단방법

(57) 요약

고장진단장치 및 그의 고장진단방법이 제공된다. 본 고장진단장치는 기계 장치의 진동신호를 검출하는 검출부; 상기 검출된 진동신호에 대한 특정 주파수 대역의 신호를 추출하고, 상기 특정 주파수 대역의 신호를 분석하는 신호 분석부; 및 신경회로망을 이용하여 상기 분석된 특정 주파수 대역의 신호에 대응되는 고장 종류를 출력하는 고장 분류부;를 포함한다. 이에 따라, 진동 신호의 특정 주파수 대역에 대한 신호를 분석함으로써, 기계 장치의 고장 유무 판단 및 고장 종류 분류를 더욱 정확하게 수행할 수 있게 된다.

대표도 - 도2

200



특허청구의 범위

청구항 1

기계 장치의 진동신호를 검출하는 검출부;

상기 검출된 진동신호에 대한 특정 주파수 대역의 신호를 추출하고, 상기 특정 주파수 대역의 신호를 분석하는 신호 분석부; 및

신경회로망을 이용하여 상기 분석된 특정 주파수 대역의 신호에 대응되는 고장 종류를 출력하는 고장 분류부;를 포함하는 고장진단장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신호 분석부는,

입력되는 진동신호를 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)하여 특정 주파수 대역의 신호를 추출하는 것을 특징으로 하는 고장진단장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 특정 주파수 대역은,

상기 진동신호를 복수 개의 주파수 대역으로 나눈 것 중 최저주파수 대역인 것을 특징으로 하는 고장진단장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 신호 분석부는,

상기 검출된 특정 주파수 대역의 신호에 대해 패스트 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 수행하고, 상기 특정 주파수 구간에 대해 복수 개의 구간으로 나눈 후, 복수 개의 구간에 대한 특징값을 추출하여 신호를 분석하는 것을 특징으로 하는 고장진단장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 특징값은,

상기 특정 주파수 대역 신호의 복수 개의 구간 각각에 대한 최대값인 것을 특징으로 하는 고장진단장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 고장 분류부는,

상기 추출된 특징값에 대응되는 상기 기계 장치의 고장 종류를 출력하는 것을 특징으로 하는 고장진단장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 신경회로망은,

MLP(Multi-Layer Perceptron) 네트워크를 이용한 것을 특징으로 하는 기계 장치의 고장진단장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 기계 장치는,
유도 전동기인 것을 특징으로 하는 고장진단장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 기계 장치의 고장 종류는,
각 정렬불량, 평행 정렬불량, 베어링 결함, 회전봉 불균형, 굽은 회전축, 회전자 질량 불평형 및 위상 불평형 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 고장진단장치.

청구항 10

기계 장치의 진동신호를 검출하는 단계;
상기 검출된 진동신호에 대한 특정 주파수 대역의 신호를 추출하고, 상기 특정 주파수 대역의 신호를 분석하는 단계; 및
신경회로망을 이용하여 상기 분석된 특정 주파수 대역의 신호에 대응되는 고장 종류를 출력하는 단계;를 포함하는 고장진단방법.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 분석 단계는,
입력되는 진동신호를 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)하여 특정 주파수 대역의 신호를 추출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고장진단방법.

청구항 12

제10항에 있어서,
상기 특정 주파수 대역은,
상기 진동신호를 복수 개의 주파수 대역으로 나눈 것 중 최저주파수 대역인 것을 특징으로 하는 고장진단방법.

청구항 13

제10항에 있어서,
상기 분석 단계는,
상기 검출된 특정 주파수 대역의 신호에 대해 패스트 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 수행하는 단계; 및
상기 특정 주파수 구간에 대해 복수 개의 구간으로 나눈 후, 복수 개의 구간에 대한 특징값을 추출하여 신호를 분석하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고장진단방법.

청구항 14

제13항에 있어서,
상기 특징값은,
상기 특정 주파수 대역 신호의 복수 개의 구간 각각에 대한 최대값인 것을 특징으로 하는 고장진단방법.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 출력 단계는,
상기 추출된 특징값에 대응되는 상기 기계 장치의 고장 종류를 출력하는 것을 특징으로 하는 고장진단방법.

청구항 16

제10항에 있어서,
상기 신경회로망은,
MLP(Multi-Layer Perceptron) 네트워크를 이용한 것을 특징으로 하는 기계 장치의 고장진단방법.

청구항 17

제10항에 있어서,
상기 기계 장치는,
유도 전동기인 것을 특징으로 하는 고장진단방법.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 기계 장치의 고장 종류는,
각 정렬불량, 평행 정렬불량, 베어링 결함, 회전봉 불균형, 굽은 회전축, 회전자 질량 불평형 및 위상 불평형 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 고장진단방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 고장진단장치 및 그의 고장진단방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기계 장치의 고장 유무를 검사하고, 고장 종류를 분류할 수 있는 고장진단장치 및 그의 고장진단방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 산업현장에서 회전기계가 작동 중 이상이 발생하였을 때 막대한 경제적 손실과 피해를 가져올 수 있다. 따라서, 회전기계에 대한 고장진단은 매우 중요한 이슈가 되어 왔다.
- [0003] 한편, 회전 기계의 이상 진단을 위해 회전 기계의 고장을 진단하는 장치 및 방법에 많은 연구가 있었다. 구체적으로, 회전 기계의 이상을 진단하기 위해 회전기계의 특성을 고려하여 전류, 전압 등의 전기적 특성이나 진동, 소음, 온도 등의 기계적 특성들에 대한 데이터를 취득하여 분석하는 다양한 기술들이 개발되어 왔다.
- [0004] 특히, 기계의 전반적인 상태를 나타내는 지표는 많이 있지만 진동신호가 기계의 고장에 대해 가장 포괄적인 측정을 제공할 수 있다. 특히, 주파수 영역에서 진동신호를 측정하면 결점의 위치를 찾을 수 있다. 또한, 진동의 레벨은 직접적으로 기계 상태와 상호 관련이 있기 때문에, 정상시의 작동과 벗어난 새로운 진동신호가 있다면 기계 구성요소들 중 하나가 고장을 일으킨 것을 알 수 있게 되었다.
- [0005] 그러나, 진동신호에서 생성된 에너지가 탐지되고 기계 상태 지표를 평가하는데 분석될 수 있지만 각기 다른 기계 상태들에 대한 신뢰할만한 진동의 레벨의 임계값을 정의 하기는 매우 어렵다. 이를 해결하기 위해, 종래에는 입력신호에 대하여 각각 고장에 맞게 특징값을 추출하고 분류하는 패턴 인식과 유사한 연구가 진행되어 왔다. 그러나, 종래의 고장 분류 방법만으로는 특정 고장신호에 대한 분류를 올바르게 수행하지 못하였다.
- [0006] 따라서, 기계 장치의 정확한 고장 종류의 분류를 위한 방법의 모색이 요청된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 기계 장치의 진동신호를 검출하고, 검출된 진동신호에 대한 특정 주파수 대역의 신호를 추출, 분석하며, 신경회로망을 이용하여 특정 주파수 대역의 신호에 대응되는 기계 장치의 고장 종류를 출력하는 고장진단장치 및 이의 고장진단방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 고장진단장치는 기계 장치의 진동신호를 검출하는 검출부; 상기 검출된 진동신호에 대한 특정 주파수 대역의 신호를 추출하고, 상기 특정 주파수 대역의 신호를 분석하는 신호 분석부; 및 신경회로망을 이용하여 상기 분석된 특정 주파수 대역의 신호에 대응되는 고장 종류를 출력하는 고장 분류부;를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 신호 분석부는, 입력되는 진동신호를 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)하여 특정 주파수 대역의 신호를 검출하는 것이 바람직하다.

[0010] 그리고, 상기 특정 주파수 대역은, 상기 진동신호를 복수 개의 주파수 대역으로 나눈 것 중 최저주파수 대역인 것이 바람직하다.

[0011] 또한, 상기 신호 분석부는, 상기 검출된 특정 주파수 대역의 신호에 대해 패스트 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 수행하고, 상기 특정 주파수 구간에 대해 복수 개의 구간으로 나눈 후, 복수 개의 구간에 대한 특징값을 추출하여 신호를 분석하는 것이 바람직하다.

[0012] 그리고, 상기 특징값은, 상기 특정 주파수 대역 신호의 복수 개의 구간 각각에 대한 최대값인 것이 바람직하다.

[0013] 또한, 상기 고장 분류부는, 상기 추출된 특징값에 대응되는 상기 기계 장치의 고장 종류를 출력하는 것이 바람직하다.

[0014] 그리고, 상기 신경회로망은, MLP(Multi-Layer Perceptron) 네트워크를 이용한 것이 바람직하다.

[0015] 또한, 상기 기계 장치는, 유도 전동기인 것이 바람직하다.

[0016] 그리고, 상기 기계 장치의 고장 종류는, 각 정렬불량, 평행 정렬불량, 베어링 결함, 회전봉 불균형, 굽은 회전축, 회전자 질량 불균형 및 위상 불균형 중 적어도 하나를 포함하는 것이 바람직하다.

[0017] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 고장진단방법은, 기계 장치의 진동신호를 검출하는 단계; 상기 검출된 진동신호에 대한 특정 주파수 대역의 신호를 추출하고, 상기 특정 주파수 대역의 신호를 분석하는 단계; 및 신경회로망을 이용하여 상기 분석된 특정 주파수 대역의 신호에 대응되는 고장 종류를 출력하는 단계;를 포함한다.

[0018] 또한, 상기 분석 단계는, 입력되는 진동신호를 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)하여 특정 주파수 대역의 신호를 검출하는 단계를; 포함하는 것이 바람직하다.

[0019] 그리고, 상기 특정 주파수 대역은, 상기 진동신호를 복수 개의 주파수 대역으로 나눈 것 중 최저주파수 대역인 것이 바람직하다.

[0020] 또한, 상기 분석 단계는, 상기 검출된 특정 주파수 대역의 신호에 대해 패스트 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 수행하는 단계; 및 상기 특정 주파수 구간에 대해 복수 개의 구간으로 나눈 후, 복수 개의 구간에 대한 특징값을 추출하여 신호를 분석하는 단계를; 포함하는 것이 바람직하다.

[0021] 그리고, 상기 특징값은, 상기 특정 주파수 대역 신호의 복수 개의 구간 각각에 대한 최대값인 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 상기 출력 단계는, 상기 추출된 특징값에 대응되는 상기 기계 장치의 고장 종류를 출력하는 것이 바람직하다.

[0023] 그리고, 상기 신경회로망은, MLP(Multi-Layer Perceptron) 네트워크를 이용한 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 기계 장치는, 유도 전동기인 것이 바람직하다.

[0025] 그리고, 상기 기계 장치의 고장 종류는, 각 정렬불량, 평행 정렬불량, 베어링 결함, 회전봉 불균형, 굽은 회전축, 회전자 질량 불균형 및 위상 불균형 중 적어도 하나를 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0026] 이에 따라, 진동 신호의 특정 주파수 대역에 대한 신호를 분석함으로써, 기계 장치의 고장 유무 판단 및 고장 종류 분류를 더욱 정확하게 수행할 수 있게 된다. 또한, 신경회로망을 이용함으로써, 고장 분류를 매우 빠르게 수행할 수 있게 되어 실시간 시스템으로 구축할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 유도 전동기의 내부구조를 도시한 도면,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 고장진단장치의 블록도를 도시한 도면,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 신호 분석부의 블록도를 도시한 도면,
 도 4는 시간 영역에서의 진동 신호에 대한 그래프를 도시한 도면,
 도 5는 주파수 영역에서의 진동 신호에 대한 그래프를 도시한 도면,
 도 6은 웨이블릿 변환을 통해 분리된 4개의 주파수 대역의 진동 신호에 대한 그래프를 도시한 도면,
 도 7은 주파수 영역 중 최저주파수 대역의 진동 신호에 대한 그래프를 도시한 도면,
 도 8은 신경회로망의 입력으로 사용될 최저주파수 대역의 진동 신호에 대한 각 구간의 최대값을 도시한 도면,
 도 9은 본 발명의 일 실시예에 따른, MLP의 신경망 회로를 도시한 도면
 도 10는 본 발명의 일 실시예에 따른, 기계 장치의 고장 분류 결과를 도시한 도면, 그리고,
 도 11는 본 발명의 일 실시예에 따른, 고장진단방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0029] 우선, 본 발명에 대한 설명에 앞서, 본 발명의 고장진단의 대상이 되는 유도 전동기(100)에 대하여 설명하기로 한다.

[0030] 유도 전동기(100)는 교류 전동기의 하나로서 유도 전류와 회전하는 자기장의 상호 작용으로 회전 자기장을 만들어 동력을 얻는 전동기이다. 도 1에 도시된 유도 전동기(100)의 구성에 대해서는 공지된 바 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0031] 유도 전동기(100)에서 주로 이상이 발생하는 부분은 회전자축(shaft), 베어링(bearing), 회전자(rotor) 등이 있다. 이들 부분에서 발생하는 고장 종류에는 각 정렬불량(angular misalignment: amis), 평행 정렬불량(parallel misalignment; pmis), 베어링 결함(bearing fault; fbr), 회전봉 불균형(broken rotor bar: brb), 굽은 회전축(bowed rotor shaft: br), 회전자 질량 불평형(rotor unbalance: run) 및 위상 불평형(phase unbalance: pun) 등이 있다.

[0032] 이하에서는, 진동신호를 통해 유도 전동기(100)의 정상 상태 및 상술한 고장 상태를 분류하는 고장진단장치 및 그의 고장진단방법에 대하여 설명하기로 한다.

[0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 고장진단장치(200)의 블록도를 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 유도 전동기(100)의 고장을 진단하는 고장진단장치(200)는 검출부(210), 신호 분석부(220), 고장분류부(230) 및 저장부(240)를 포함한다.

[0034] 검출부(210)는 유도 전동기(100)로부터 진동을 감지하기 위한 진동 센서(미도시)를 포함한다. 검출부(210)는 진동 센서를 이용하여 유도 전동기(100)에서 발생하는 진동신호를 검출한다. 검출부(210)는 검출된 진동신호를 신호 분석부(220)에 입력한다.

[0035] 신호 분석부(220)는 입력된 진동 신호 중 특정 주파수 대역을 이용하여, 진동신호를 분석한다. 신호 분석부(220)에 대한 자세한 설명은 도 3을 참조하여 설명하기로 한다.

[0036] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 신호 분석부(220)의 블록도를 도시한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 신호 분석부(220)는 신호 입력부(221), 웨이블릿(Wavelet) 변환부(222), 추출부(223), 푸리에 변환부(224) 및 특징값 추출부(224)를 포함한다.

- [0037] 신호 입력부(221)는 검출부(210)로써 검출된 진동신호를 입력받는다. 신호 입력부(221)는 입력된 진동 신호는 웨이블릿 변환부(222)에 전송한다.
- [0038] 이때 입력되는 진동 신호는 시간 영역에 대한 진동 신호이다. 그러나, 도 4에 도시된 바와 같이, 시간 영역에 대한 진동 신호는 정상 상태와 고장 상태의 신호를 구분하기 어렵다. 따라서, 신호 분석부(220)는 시간 영역의 진동 신호를 FFT(Fast Fourier Transform)을 이용해 주파수 영역의 신호로 변환하여, 진동 신호를 분석할 필요가 있다.
- [0039] 다만, 도 5에 도시된 바와 같이, 베어링 결함과 굽은 회전축의 경우를 제외하고는 주파수 대역 중 최저주파수 대역에서 신호의 특징이 구분되었다. 예를 들어 샘플링 주파수 8kHz, 샘플링 시간 2.1333초의 길이로 진동신호를 입력하면, 진동신호는 0~1kHz 대역에서 가장 두드러진 특성을 보였다. 따라서, 모든 주파수 대역의 진동 신호를 분석할 필요가 없이 진동 신호가 가장 두드러진 특징을 보여주는 최저주파수 대역의 진동 신호를 분석하여도, 신호 분석부(220)는 입력되는 진동 신호를 통해 유도 전동기(100)의 고장 유무 및 고장 종류를 분석할 수 있게 된다.
- [0040] 따라서, 웨이블릿 변환부(222)는 입력되는 시간 영역의 진동 신호를 주파수 대역별 신호를 얻을 수 있도록 웨이블릿 변환을 수행한다. 웨이블릿 변환을 수행함으로써, 웨이블릿 변환부(220)는 주파수 대역별 특성을 얻을 수 있다. 예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이, 웨이블릿 변환부(222)는 입력되는 시간 영역의 진동 신호를 주파수 대역1(0~1kHz), 주파수 대역2(1~2kHz), 주파수 대역3(2~4kHz), 주파수 대역4(4~8kHz)으로 분리하여 얻을 수 있다.
- [0041] 추출부(223)는 웨이블릿 변환을 통해 얻어진 복수 개의 주파수 대역 중 최저 주파수 대역의 진동 신호를 추출한다. 앞서 살펴본 바와 같이, 진동 신호의 두드러진 특성을 가장 잘 보여 주는 주파수 대역은 최저 주파수 대역이므로, 추출부(223)는 진동 신호 분석을 위해 최저 주파수 대역을 추출한다. 예를 들어, 웨이블릿 변환부(222)가 네 개의 주파수 대역을 분리하여 얻었다면, 추출부(223)는 그 중 가장 작은 주파수 대역인 주파수 대역 1(0~1kHz)를 추출한다.
- [0042] 푸리에 변환부(224)는 추출부(223)에서 얻어진 최저주파수 대역의 진동 신호를 주파수 영역으로 변환한다. 상술한 바와 같이, 시간 영역의 진동 신호보다는 주파수 영역의 진동 신호를 분석하는 것이 더욱 정확성을 높일 수 있으므로, 푸리에 변환부(224)는 푸리에 변환을 통해 진동 신호를 도 7에 도시된 바와 같이 주파수 영역으로 변환한다.
- [0043] 그러나, 푸리에 변환이 수행된 결과인 도 7을 살펴보면, 주파수 그래프는 500개 정도의 샘플로 되어 있다. 500개의 샘플 모두를 신경회로망의 입력 뉴런으로 넣고 학습하기엔 상당히 비효율적이다. 따라서, 좋은 성능을 유지하면서 네트워크의 크기를 최소화하는 것이 신경회로망 설계의 실질적인 문제이다. 또한, 네트워크의 크기를 줄이는 것이 학습에서 발생하는 노이즈나 특이한 부분을 비교적 적게 학습하기 때문에 새로운 데이터를 테스트할 때 쉽게 일반화 시킬 수 있어 좋은 성능을 보일 수 있다.
- [0044] 따라서, 특징값 추출부(225)는 푸리에 변환을 통해 얻어진 최저주파수 대역의 수 많은 데이터 중 복수 개의 구간에서 가지는 특징값을 추출한다. 구체적으로, 특징값 추출부(225)는 복수 개의 구간에서 가지는 최대값을 특징값으로 추출한다. 예를 들어, 최저주파수 대역에서 500여 개의 데이터가 있는 경우, 특징값 추출부(225)는 500여 개의 데이터를 20개 구간으로 나누고, 20개의 데이터 구간 중 최대값을 특징값으로 추출한다. 여기서, 20개의 구간의 특징값을 추출하는 것은 정확한 고장 분류를 수행할 수 있는 최소한의 특징값을 추출하기 위한 일 실시예에 불과할 뿐, 다른 개수의 구간에 대한 특징값을 추출하는 것 또한 가능하다.
- [0045] 따라서, 최저주파수 대역의 수 많은 데이터 모두를 신경회로망의 입력 뉴런으로 넣는 것이 아니라 그 중 고장 분류별로 특징할 수 있는 특징값만을 추출하여 신경회로망의 입력 뉴런으로 넣음으로써, 고장진단장치(200)는 보다 정확한 고장분류를 수행할 수 있게 된다.
- [0046] 특징값 추출부(225)가 특징값을 추출하면, 그에 대한 데이터를 고장을 분류하기 위한 고장 분류부(230) 및 데이터 학습 및 테스트를 위한 저장부(240)에 전송한다.
- [0047] 다시 도 2에 대해 설명하면, 고장 분류부(230)는 신호 분석부(230)에서 추출된 특징값을 이용하여 고장 유무 판단 및 고장 종류를 출력한다. 구체적으로, 고장 분류부(230)는 신경회로망을 이용하여 추출된 특징값에 대응되는 고장 종류를 출력한다. 이때, 신경회로망은 MLP(multilayer perceptron)네트워크를 이용한다. MLP는 입력층과 출력층 사이에 하나 이상의 중간층(은닉층)이 존재하는 층구조의 신경회로망의 구조를 갖는 신경회로망으로

써, MLP의 학습은 입력과 그에 해당하는 출력을 정확히 알고 있는 여러 개의 완전 세트(complete set)를 학습 패턴(training pattern)으로 네트워크에 인가하여 그 입력 패턴에 대하여 실제 네트워크의 출력과 원하는 출력(target)과의 차이를 적당한 목적함수로 정의한 후, 이를 최소로 하는 가중치를 구하게 된다.

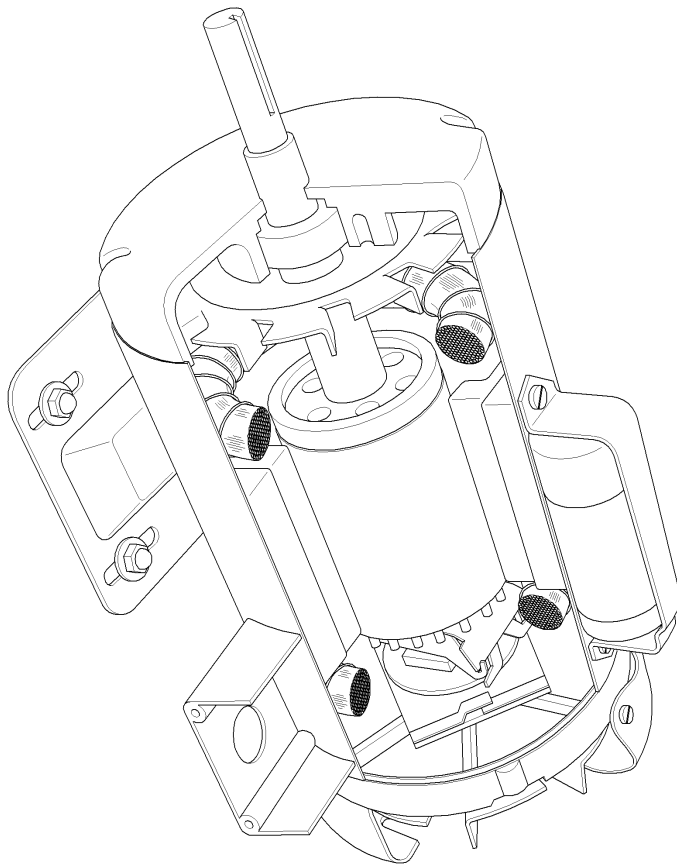
- [0048] 예를 들어, 본 발명에서는, 도 9에 도시된 바와 같이, 20 개의 입력층과 8개의 출력층 사이에 6개의 중간층(은닉층)을 갖는다. 20개의 특징점들을 통해 고장 종류를 정확히 알고 있는 완전 세트를 학습 패턴으로 네트워크에 인가시킨 후, 그 입력 패턴에 대한 실제 네트워크와 원하는 출력과의 차이를 함수로 정의한다. 따라서, 고장진단장치(200)는 20개의 특징점을 통해 유도 전동기(100)의 고장 종류를 정확하게 분류하게 된다.
- [0049] 저장부(240)는 신경회로망이 추출된 특징값들에 대해 학습 및 테스트를 수행할 수 있도록 신호 분석부(220)에서 추출된 특징값들에 대한 데이터를 저장한다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 고장진단장치(200)에 의해 유도 전동기(100)의 고장 종류를 분류하면, 도 10에 도시된 바와 같이, 유도 전동기(100)의 고장 종류를 완벽하게 분류할 수 있다.
- [0051] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른, 유도 전동기(100)의 고장진단방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0052] 고장진단장치(200)는 유도 전동기(100)로부터 진동 신호를 검출한다(S1010). 이때, 검출되는 진동 신호는 시간 영역의 진동 신호이다. 시간 영역의 진동 신호를 검출하면(S1010-Y), 고장진단장치(200)는 진동 신호의 주파수 대역을 분리하여 획득하기 위해 웨이블릿 변환을 수행한다(S1020).
- [0053] 웨이블릿 변환 후, 고장진단장치(200)는 진동 신호에 대한 복수 개의 주파수 대역 중 최저주파수 대역을 추출한다(S1030). 이는 최저주파수 대역에서 유도 전동기(100)의 정상 상태 및 비정상 상태에 대한 신호의 두드러진 특성을 얻을 수 있기 때문이다.
- [0054] 추출된 최저주파수 대역에 대한 시간 영역의 진동 신호는 푸리에 변환을 수행하여(S1040), 주파수 영역의 진동 신호로 변환한다.
- [0055] 그후, 고장진단장치(200)는 최저주파수 대역에 대한 주파수 영역의 진동 신호에서 특징값을 추출한다(S1050). 구체적으로, 푸리에 변환을 통해 얻어진 최저주파수 대역에서 복수 개의 구간의 최대값을 특징값으로 추출한다. 이때, 복수 개의 구간은 유도 전동기(100)의 정확한 고장 분류를 수행할 수 있는 최소한의 특징값을 추출할 수 있는 구간일 수 있다.
- [0056] 상기 추출된 특징값을 신경회로망에 입력함으로써, 고장진단장치(200)는 유도 전동기(100)의 고장 종류를 분류할 수 있게 된다(S1060).
- [0057] 이에 따라, 진동 신호의 특정 주파수 대역에 대한 신호를 분석함으로써, 기계 장치의 고장 유무 판단 및 고장 종류 분류를 더욱 정확하게 수행할 수 있게 된다. 또한, 신경회로망을 이용함으로써, 고장 분류를 매우 빠르게 수행할 수 있게 되어 실시간 시스템으로 구축할 수 있게 된다.
- [0058] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안 될 것이다.

부호의 설명

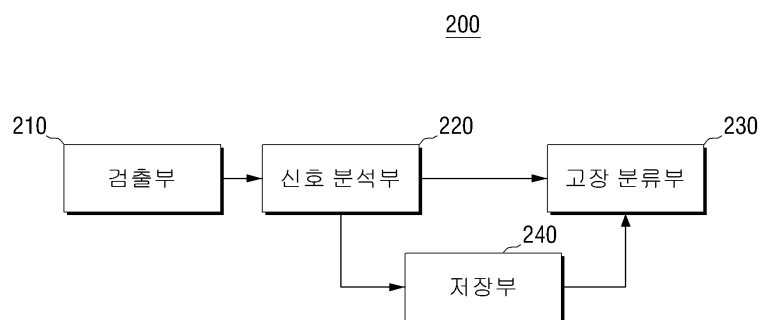
- [0059]
- | | |
|--------------|---------------|
| 100: 유도 전동기 | 200: 고장진단장치 |
| 210: 검출부 | 220: 신호 분석부 |
| 221: 신호입력부 | 222: 웨이블릿 변환부 |
| 223: 추출부 | 224: 푸리에 변환부 |
| 225: 특징값 추출부 | 230: 고장 분류부 |
| 240: 저장부 | |

도면

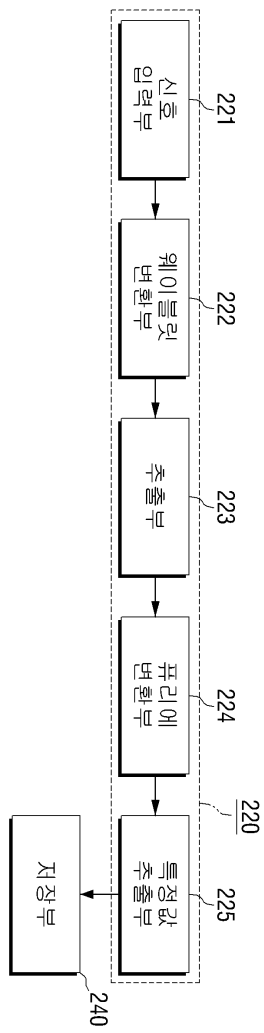
도면1



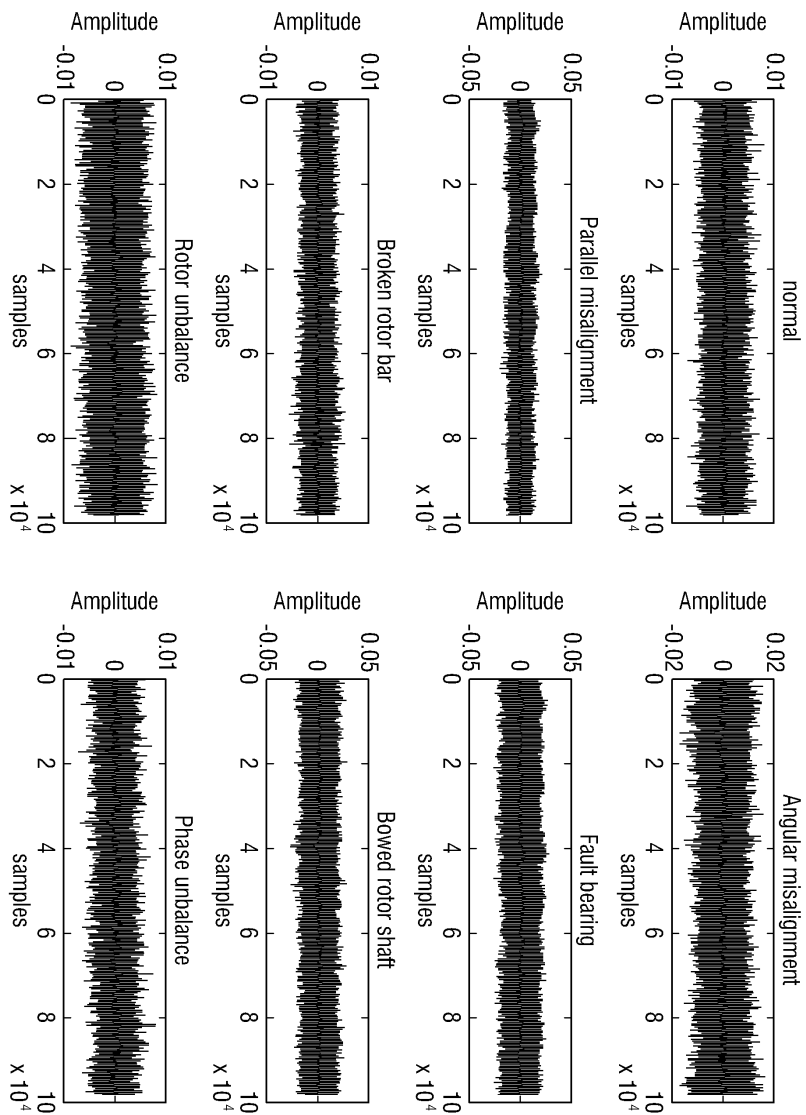
도면2



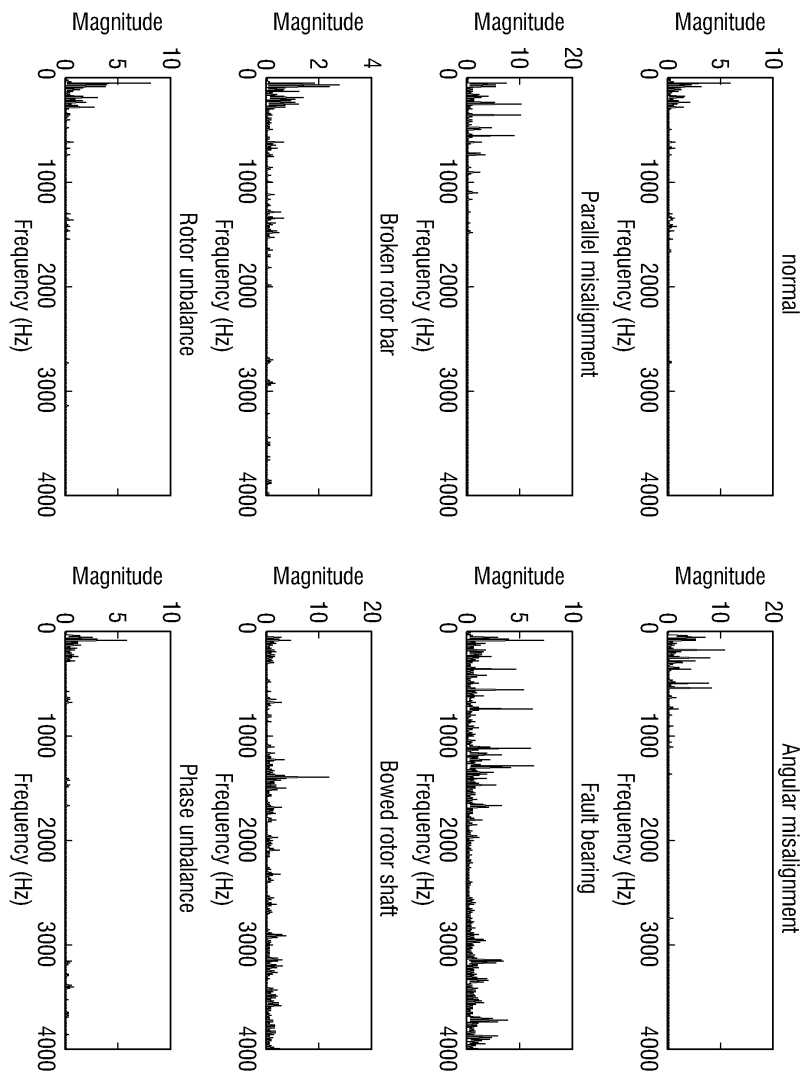
도면3



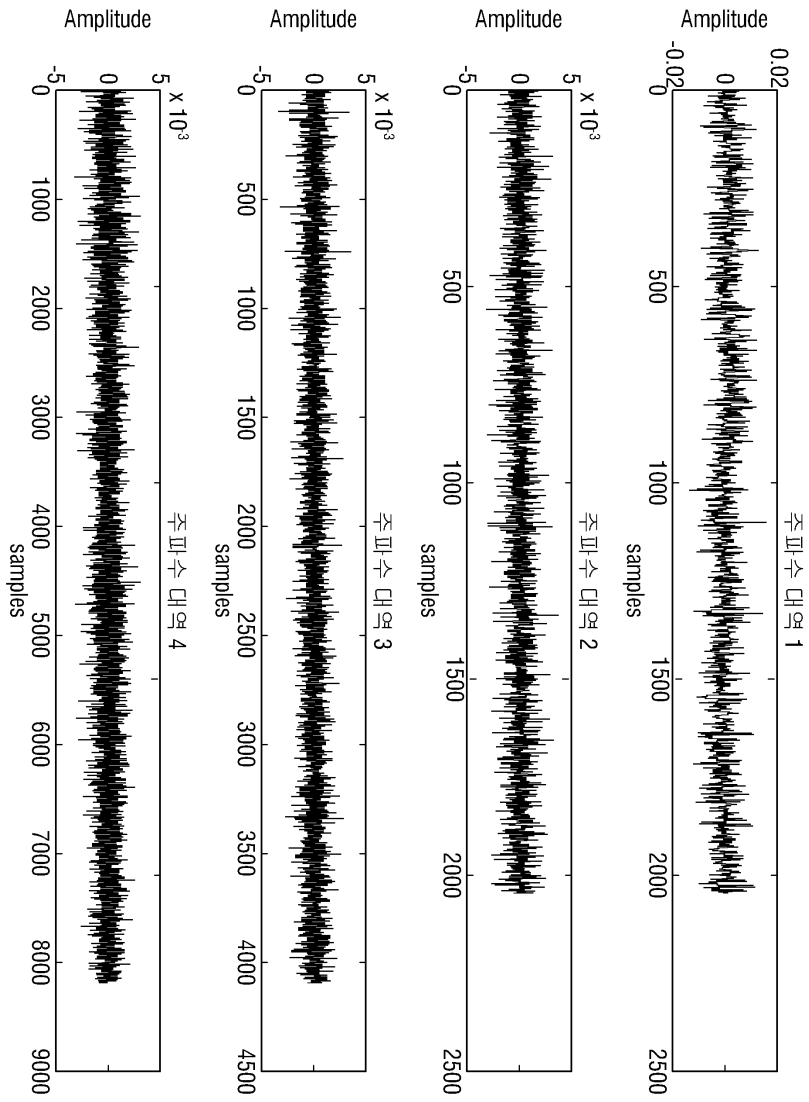
도면4



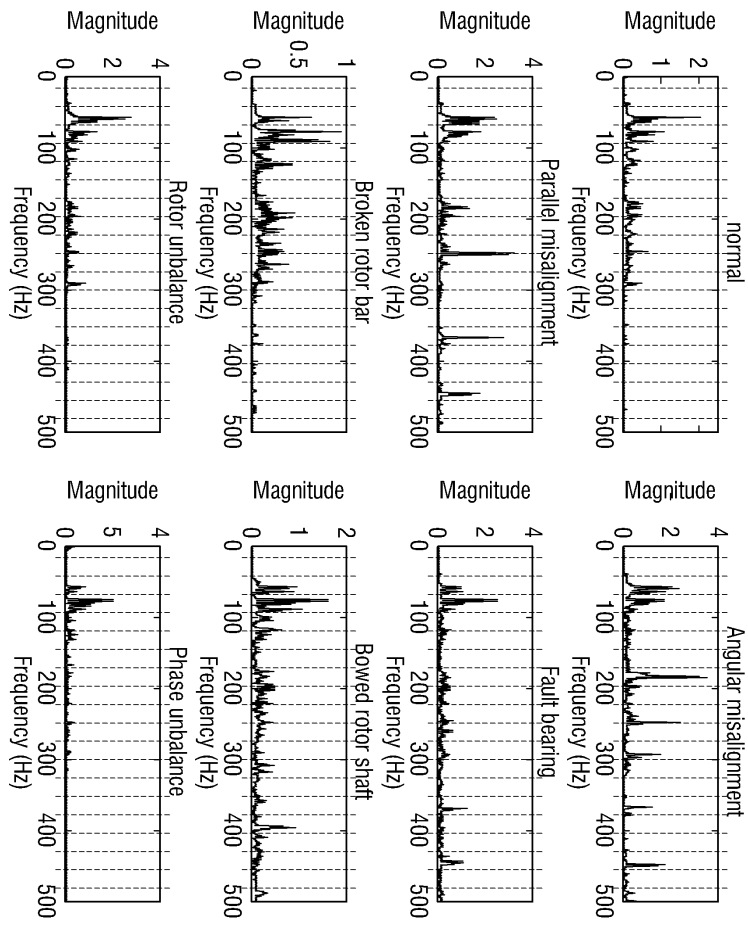
도면5



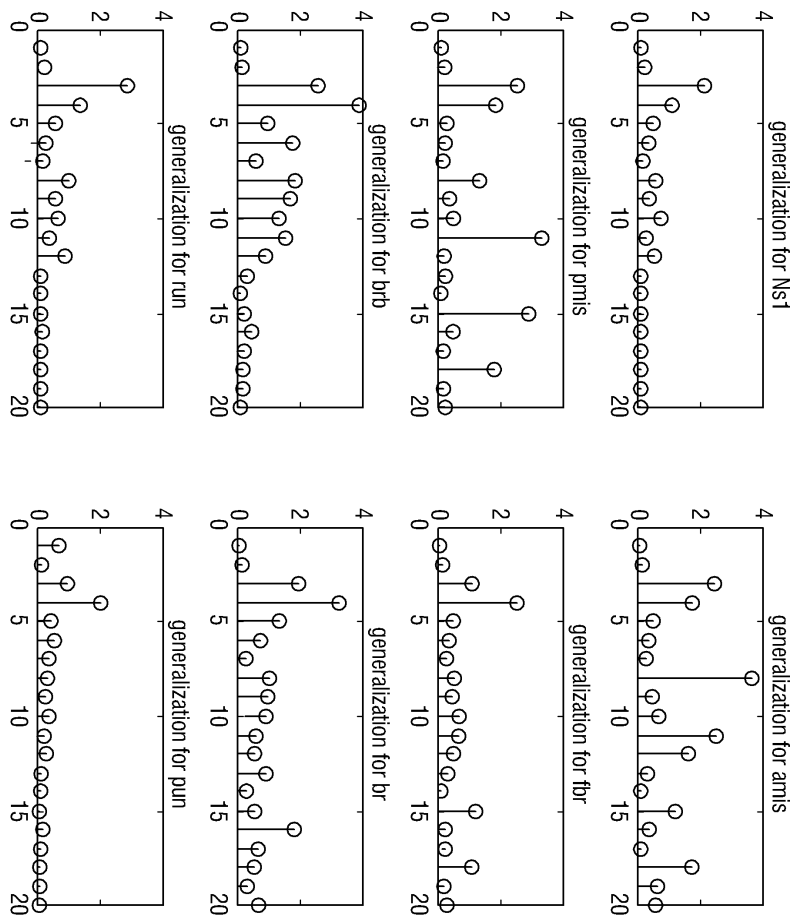
도면6



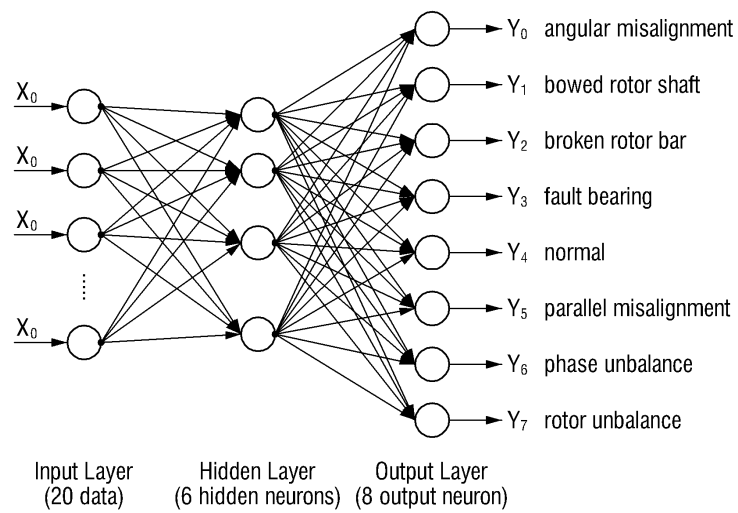
도면7



도면8



도면9



도면10

amis	100	0	0	0	0	0	0	0
br	0	100	0	0	0	0	0	0
brb	0	0	100	0	0	0	0	0
fbr	0	0	0	100	0	0	0	0
nor	0	0	0	0	100	0	0	0
pmis	0	0	0	0	0	100	0	0
pun	0	0	0	0	0	0	100	0
run	0	0	0	0	0	0	0	100
	amis	br	brb	fbr	nor	pmis	pun	run

도면11

