



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월29일
(11) 등록번호 10-2331565
(24) 등록일자 2021년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 29/46 (2006.01) G01H 17/00 (2006.01)
G01M 13/00 (2019.01) G01N 29/14 (2006.01)
G01N 29/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 29/46 (2013.01)
G01H 17/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7013368
(22) 출원일자(국제) 2013년10월14일
심사청구일자 2018년10월04일
(85) 번역문제출일자 2015년05월21일
(65) 공개번호 10-2015-0107713
(43) 공개일자 2015년09월23일
(86) 국제출원번호 PCT/IL2013/050825
(87) 국제공개번호 WO 2014/064678
국제공개일자 2014년05월01일
(30) 우선권주장
13/657,037 2012년10월22일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003065837 A
US20050066730 A1*
US06484109 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
아규리 시스템스 엘티디.
이스라엘 하이파 3303320 하츠마우트 스트리트 39
(72) 발명자
요스코비츠, 자르
이스라엘 하이파 3495012 라스코브 10에이 스트리트
샤울, 갈
이스라엘 하이파 3570275 이사야후 19 스트리트
(74) 대리인
특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 30 항

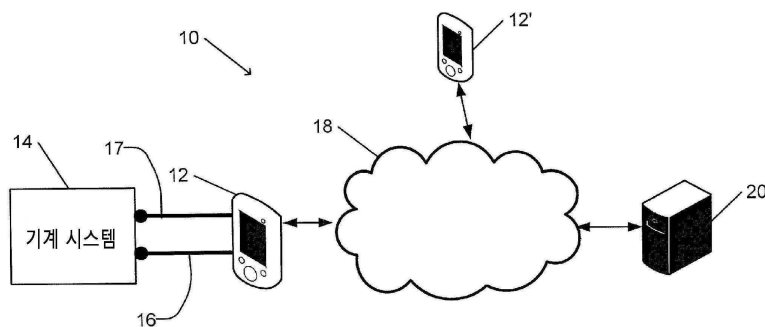
심사관 : 김민석

(54) 발명의 명칭 자동 기계 시스템 진단

(57) 요약

기계적 특성들을 공유하는 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템의 자동 진단 방법은 진동에 관한 데이터를 취득하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 진동 관련 데이터는 원격 프로세서와 통신하도록 구성된 휴대용 통신 디바이스에 의해 획득될 수 있다. 상기 프로세서는 상기 취득된 진동 관련 데이터에 관계를 적용하여 상기 기계 시스템 (뒷면에 계속)

대표도



을 자동으로 진단한다. 상기 관계는 기계 시스템들로부터 진동 관련 데이터의 이전에 취득된 세트들에 기초된다. 진동 관련 데이터의 각 세트는 기계 시스템의 진동들에 관련된다. 상기 관계는 상기 그룹의 기계 시스템들에 대하여 이전에 취득된 동작 데이터의 세트들에 더 기초된다. 동작 데이터의 각 세트는 기계 시스템의 동작의 이전 상태를 나타낸다. 동작의 이전 상태들 각각은 진동 관련 데이터의 이전에 취득된 세트들 중 적어도 하나와 관련된다.

(52) CPC특허분류

G01M 13/00 (2021.08)

G01N 29/14 (2013.01)

G01N 29/2481 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수 이전에 데이터를 제공하는 복수의 기계 시스템들과 공유되는 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템으로서,

상기 유지보수용 시스템은:

복수의 휴대용 통신 디바이스들에 상응하는 복수의 기계 시스템들에 연결되는 복수의 휴대용 통신 디바이스들을 포함하고, 상기 복수의 기계 시스템들은 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖고, 각 휴대용 통신 디바이스는 상기 복수의 기계 시스템들 중 상응하는 하나의 하나 이상의 동작 파라미터를 감지하기 위한 하나 이상의 동작 파라미터 센서를 포함하고, 상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들은 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터를 제공하고;

각각의 휴대용 통신 디바이스는 상기 복수의 기계 시스템들 중 상기 상응하는 하나의 동작 상태를 나타내는 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 더 제공하고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 감지된 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 관련되고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 상기 기계 시스템의 오작동 또는 고장을 나타내는 데이터를 포함하고; 그리고

상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들과 통신하는 컴퓨터를 포함하되, 상기 컴퓨터가 제공하는 기능들은:

상기 휴대용 통신 디바이스들로부터 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 수신하고;

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 축적하고 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 축적된 출력 데이터를 제공하고;

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 상기 축적된 출력 데이터를 분석하는 것에 기초하여 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 이력(historical) 상관관계를 제공하고; 그리고

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 상기 이력 상관관계를, 상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들 중 상응하는 하나에 의해 감지되는 적어도 하나의 기계 시스템의 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터에 적용하는 것에 기초하여, 상기 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 상기 적어도 하나의 기계 시스템의 문제의 상세사항을 적어도 포함하는 시각, 청각 및 촉각 중 적어도 하나의 감각적 출력을 제공하는;

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 동작 파라미터 센서는 진동 센서를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나인,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나가 아닌,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 감각적 출력은 상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들 중에서 하나에 의해 감지되는 유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템에 대한 현재 동작 파라미터 출력 데이터에 기초하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 감각적 출력은 고장의 평균 시간 표시를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 감각적 출력은 상기 상세사항의 확실성을 나타내는 신뢰도 표시를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 감각적 출력은 상기 적어도 하나의 기계 시스템에서의 수리 동작 및 유지보수 동작 중에서 적어도 하나에 대한 권장을 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 9

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수 이전에 데이터를 제공하는 복수의 기계 시스템들과 공유되는 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법으로서,

상기 유지보수용 방법은:

복수의 휴대용 통신 디바이스들에 상응하는 복수의 기계 시스템들에 복수의 휴대용 통신 디바이스들을 연결하는 단계를 포함하되, 상기 복수의 기계 시스템들은 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖고, 각 휴대용 통신 디바이스는 상기 복수의 기계 시스템들 중 상응하는 하나의 하나 이상의 동작 파라미터를 감지하기 위한 하나 이상의 동작 파라미터 센서를 포함하고, 상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들은 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터를 제공하고;

각각의 휴대용 통신 디바이스는 상기 복수의 기계 시스템들 중 상기 상응하는 하나의 동작 상태를 나타내는 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 더 제공하고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 감지된 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 관련되고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 상기 기계 시스템의 오작동 또는 고장을 나타내는 데이터를 포함하고;

상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들과 통신하는 컴퓨터에 의하여, 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대

한 출력 데이터를 수신하는 단계를 포함하고;

상기 컴퓨터를 이용하여, 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 축적하고 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 축적된 출력 데이터를 제공하는 단계를 포함하고;

상기 컴퓨터를 이용하여, 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 상기 축적된 출력 데이터를 분석하는 것에 기초하여 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 이력(historical) 상관관계를 제공하는 단계를 포함하고;

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 상기 이력 상관관계를, 상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들 중에서 상응하는 하나에 의해 감지되는 적어도 하나의 기계 시스템의 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터에 적용하는 단계를 포함하고; 그리고

상기 이력 상관관계를 적용하는 것에 기초하여, 상기 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 상기 적어도 하나의 기계 시스템의 문제의 상세사항을 적어도 포함하는, 시각, 청각 및 촉각 중 적어도 하나의 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시를 적어도 하나 제공하는 단계를 포함하는;

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 하나 이상의 동작 파라미터 센서는 진동 센서를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

유지보수 될 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나인,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

유지보수 될 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나가 아닌,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시는 상기 복수의 휴대용 통신 디바이스들 중에서 하나에 의해 감지되는 유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템에 대한 현재 동작 파라미터 출력 데이터에 기초하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 하나 이상의 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시는 고장의 평균 시간 표시를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 하나 이상의 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시는 상기 상세사항의 확실성을 나타내는 신뢰도 표시를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 16

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수 이전에 데이터를 제공하는 복수의 기계 시스템들과 공유되는 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템으로서,

상기 유지보수용 시스템은:

상기 복수의 기계 시스템들에 연결되는 복수의 동작 파라미터 센서들을 포함하되, 상기 동작 파라미터 센서들은 상기 동작 파라미터 센서들에 상응하는 상기 복수의 기계 시스템들과 연결되고, 상기 복수의 기계 시스템들은 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖고, 상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 상기 복수의 기계 시스템들의 하나 이상의 동작 파라미터를 감지하고, 상기 복수의 기계 시스템들에 연결되는 상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터를 제공하고;

상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 상기 복수의 기계 시스템들의 동작 상태를 나타내는 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 더 제공하고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 상기 복수의 기계 시스템들의 각각에 대해서 감지된 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 관련되고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 상기 복수의 기계 시스템들의 오작동 또는 고장을 나타내는 데이터를 포함하고;

컴퓨터 프로그램 명령어들이 저장되는 비일시적 유형의 컴퓨터 판독가능한 매체, 메모리 및 프로세서를 포함하는 컴퓨터를 포함하되, 명령어들은 상기 컴퓨터에 의해 판독될 때 상기 컴퓨터가 다음 기능들을 제공하게 하고, 컴퓨터가 제공하는 기능들은:

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 수신하고;

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 축적하고 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 축적된 출력 데이터를 제공하고;

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 상기 축적된 출력 데이터를 분석하는 것에 기초하여 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 이력(historical) 상관관계를 제공하고; 그리고

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 상기 이력 상관관계를, 상기 복수의 동작 파라미터 센서들 중에서 상응하는 하나에 의해 감지되는 상기 적어도 하나의 기계 시스템의 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터에 적용하는 것에 기초하여, 상기 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 상기 적어도 하나의 기계 시스템의 고장의 예측을 적어도 포함하는 시각, 청각 및 촉각 중 적어도 하나의 감각적 출력 알람 표시를 제공하는;

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 진동 센서를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 18

제16항에 있어서,

유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나인,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 19

제16항에 있어서,

유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나가 아닌,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 감각적 출력 알람 표시는 상기 복수의 동작 파라미터 센서들 중에서 하나에 의해 감지되는 유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템에 대한 현재 동작 파라미터 출력 데이터에 기초하는,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 감각적 출력 알람 표시는 고장의 평균 시간 표시를 포함하는,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 22

제16항에 있어서,

상기 감각적 출력 알람 표시는 상기 예측의 확실성을 나타내는 신뢰도 표시를 포함하는,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 23

제16항에 있어서,

상기 감각적 출력 알람 표시는 상기 적어도 하나의 기계 시스템에서의 수리 동작 및 유지보수 동작 중에서 적어도 하나에 대한 권장을 포함하는,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 시스템.

청구항 24

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수 이전에 데이터를 제공하는 복수의 기계 시스템들과 공유되는 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법으로서,

상기 유지보수용 방법은:

복수의 동작 파라미터 센서들을 복수의 기계 시스템들에 연결하는 단계를 포함하되, 상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 상기 복수의 동작 파라미터 센서들에 상응하는 복수의 기계 시스템들과 연결되고, 상기 복수의 기계 시스템들은 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖고, 상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 상기 복수의 기계 시스템들의 하나 이상의 동작 파라미터를 감지하고, 상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터를 제공하고;

상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 상기 복수의 기계 시스템들의 동작 상태를 나타내는 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 더 제공하고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 상기 복수의 기계 시스템들의 각각에 대해서

감지된 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 관련되고, 상기 동작 상태에 대한 출력 데이터는 상기 복수의 기계 시스템들의 오작동 또는 고장을 나타내는 데이터를 포함하고;

프로세서 및 메모리를 포함하는 컴퓨터에 의하여, 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 수신하는 단계를 포함하고;

상기 컴퓨터를 이용하여, 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터 및 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터를 축적하고 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 축적된 출력 데이터를 제공하는 단계를 포함하고;

상기 컴퓨터를 이용하여, 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 그리고 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 상기 축적된 출력 데이터를 분석하는 것에 기초하여 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 복수의 기계 시스템들의 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 이력(historical) 상관관계를 제공하는 단계를 포함하고;

상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터와 상기 하나 이상의 동작 파라미터와 관련되는 상기 동작 데이터에 대한 출력 데이터 사이의 상기 이력 상관관계를, 상기 복수의 동작 파라미터 센서들 중에서 상응하는 하나에 의해 감지되는 적어도 하나의 기계 시스템의 상기 하나 이상의 동작 파라미터에 대한 출력 데이터에 적용하는 단계를 포함하고; 그리고

상기 이력 상관관계를 적용하는 것에 기초하여, 상기 하나 이상의 공유된 기계 특성을 갖는 상기 적어도 하나의 기계 시스템의 고장의 예측을 적어도 포함하는, 시각, 청각 및 촉각 중 적어도 하나의 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시를 적어도 하나 제공하는 단계를 포함하는;

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 복수의 동작 파라미터 센서들은 진동 센서를 포함하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 26

제24항에 있어서,

유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나인,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 27

제24항에 있어서,

유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템은 상기 복수의 기계 시스템들 중에서 하나가 아닌,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 28

제24항에 있어서,

상기 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시는 상기 복수의 동작 파라미터 센서들 중에서 하나에 의해 감지되는 유지보수 될 상기 적어도 하나의 기계 시스템에 대한 현재 동작 파라미터 출력 데이터에 기초하는,

적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 29

제24항에 있어서,

상기 하나 이상의 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시는 고장의 평균 시간 표시를 포함하는,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

청구항 30

제24항에 있어서,

상기 하나 이상의 유지보수 관련 동작 감각적 출력 표시는 상기 예측의 확실성을 나타내는 신뢰도 표시를 포함하는,
적어도 하나의 기계 시스템의 유지보수용 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기계 시스템에 관한 것이다. 더욱 상세히, 상기 본 발명은 기계 시스템의 자동 진단에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모터, 엔진, 베어링, 압축기, 또는 펌프와 같은, 움직이는 부품들(moving parts)을 가진 기계 시스템들 및 기계들은 진동을 발생시킬 수 있다. 상기 진동은 인식할 수 있는 패턴을 형성할 수 있다. 예를 들어, 패턴은 진동의 스펙트럼 분포에 의해 특징지어질 수 있다. 기계 시스템들에 의해 발생된 진동들은 가청 및 초음파 범위의 주파수를 가진 구성요소들(components)을 갖는다.

[0003] 많은 경우에, 상기 기계 시스템에 의해 발생된 진동 패턴은 상기 기계의 동작 상태에 관련된다. 예를 들어, 움직이거나 회전하는 부품(moving or rotating part)의 움직임의 속도(speed of motion)는 상기 진동 패턴에 영향을 줄 수 있다. 따라서 기계의 진동들은 기계의 동작 상태를 나타내도록 감지되고 분석될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 기계 시스템의 동작 상태를 자동으로 분석하는 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 따라서 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 기계적 특성들을 공유하는 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템의 자동 진단 방법이 제공되며, 상기 방법은 상기 기계 시스템의 진동에 관한 데이터- 상기 진동 관련 데이터는 원격 프로세싱 유닛과 통신하도록 구성된 휴대용 통신 디바이스에 의해 획득됨-를 취득하는 단계; 및 상기 취득된 진동 관련 데이터에 관계(relationship)를 적용하여 상기 기계 시스템을 자동으로 진단하기 위해 상기 원격 프로세싱 유닛을 동작시키는 단계를 포함하되, 상기 관계는 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템들로부터 이전에 취득된 진동 관련 데이터의 세트들에 기초하며, 진동 관련 데이터의 각 세트는 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템의 진동들에 관한 것이고, 상기 관계는 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템들에 대하여 이전에 취득된 동작 데이터의 세트들에 더 기초되고, 동작 데이터의 각 세트는 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템의 동작의 이전 상태를 나타내고, 상기 동작의 이전 상태들 각각은 진동 관련 데이터의 이전에 취득된 세트들 중 적어도 하나와 관련된다.

[0006] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템은 진단되는 기계 시스템을 포함한다.

[0007] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 진동 관련 데이터의 이전에 취득된 세트들 중 하나의 세트는 적어도 하나의 원격 휴대용 통신 디바이스들에 의해 측정된 진동에 관련된다.

- [0008] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 진동 관련 데이터는 상기 측정된 진동의 스펙트럼을 포함한다.
- [0009] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 진동 관련 데이터를 취득하는 단계는 상기 휴대용 통신 디바이스에서 상기 원격 프로세싱 유닛으로 상기 진동 관련 데이터를 전송하는 단계를 포함한다.
- [0010] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 휴대용 통신 디바이스는 모바일 폰, 스마트폰, 휴대용 컴퓨터로 이루어진 디바이스들의 리스트로부터 선택된 디바이스를 포함한다.
- [0011] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 휴대용 통신 디바이스는 진동 센서가 상기 휴대용 통신 디바이스와 연결될 때 진동을 측정하도록 구성된다.
- [0012] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 기계 시스템을 진단하는 단계는 상기 기계 시스템의 동작의 현재 상태를 나타내는 단계를 포함한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 기계 시스템을 진단하는 단계는 상기 기계 시스템의 장애 수행의 예측을 나타내는 단계를 포함한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 기계 시스템을 진단하는 단계는 상기 기계 시스템에 대한 유지보수 동작 수행을 권장하는 단계를 포함한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 관계를 적용하는 단계는 룩업 테이블 내의 항목을 선택하는 단계를 포함한다.
- [0016] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 방법은 상기 기계 시스템을 식별하는 데이터를 취득하는 단계를 더 포함한다.
- [0017] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 방법은 훈련 모드로 동작하는 단계를 더 포함하고, 상기 훈련 모드로 동작은 진동 관련 데이터의 세트들을 취득하는 단계; 동작 데이터의 세트들을 취득하는 단계; 및 상기 관계를 발생시키기 위해 상기 동작 데이터의 세트들과 상기 진동 관련 데이터의 세트들을 분석하는 단계를 포함한다.
- [0018] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 동작 데이터는 수행된 수리 또는 유지보수 동작을 나타낸다.
- [0019] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 진동 관련 데이터의 이전에 취득된 세트는 동작 데이터의 관련된 이전에 취득된 세트에 의해 표시되는 동작의 이전 상태에 앞서는 시간 구간 동안에 상기 기계 시스템의 진동 또는 유사한 기계 시스템의 진동을 나타낸다.
- [0020] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 진동 관련 데이터는 상기 기계 시스템의 초음파 음향 진동 또는 상기 기계 시스템의 낮은 음향 주파수 진동을 나타낸다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 방법은 상기 기계 시스템의 진동에 추가하여 상기 기계 시스템의 속성을 나타내는 추가 감지된 데이터를 획득하는 단계를 더 포함한다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 나타낸 속성은 상기 기계 시스템의 온도를 포함한다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 기계 시스템을 진단하는 단계는 상기 추가 감지된 데이터에 상기 관계(relationship)를 적용하는 단계를 더 포함하되, 상기 관계는 추가 감지된 데이터의 적어도 하나의 이전에 취득된 세트들에 더 기초되고, 추가 감지된 데이터의 각 세트는 적어도 하나의 원격 휴대용 통신 디바이스들에 의해 이전에 측정된 것과 유사한 기계 시스템의 지시된 속성 또는 상기 기계 시스템의 지시된 속성을 나타낸다.
- [0024] 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 기계적 특성들을 공유하는 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템의 자동 진단을 위한 비일시적 컴퓨터 판독가능한 매체가 제공되며, 상기 비일시적 컴퓨터 판독가능한 매체는 실행될 때 상기 컴퓨터가 상기 기계 시스템의 진동에 관련된 취득된 데이터에 관계(relationship)를 적용하여 상기 기계 시스템을 자동으로 진단하기 위한 방법을 수행하도록 하는 명령어들이 저장되고, 상기 진동 관련 데이터는 상기 컴퓨터와 통신하도록 구성된 휴대용 통신 디바이스에 의해 획득되고, 상기 관계는 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템들로부터 이전에 취득된 진동 관련 데이터의 세트들에 기초되고, 진동 관련 데이터의 각 세트는 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템의 진동들에 관련되고, 상기 관계는 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템들에 대하여 이전에 취득된 동작 데이터의 세트들에 더 기초되고, 동작 데이터의 각 세트는 상기 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템의 동작의 이전 상태를 나타내며, 상기 동작의 이전 상태들 각각은 진동 관련 데이터의

이전에 취득된 세트들 중 적어도 하나와 관련된다.

[0025] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 매체는 실행될 때 상기 컴퓨터가 상기 진동 관련 데이터의 세트들을 취득하고, 상기 동작 데이터의 세트들을 취득하고; 상기 관계를 발생시키도록 동작 데이터의 세트들과 상기 진동 관련 데이터의 세트들을 분석하기 위한 명령어들을 더 포함한다.

[0026] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 상기 진단은 상기 기계 시스템의 동작의 현재 상태의 표시, 상기 기계 시스템의 예측된 장애 수행의 표시, 또는 상기 기계 시스템에 수행될 권장 유지보수 동작을 포함한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명은 전문화된 진동 센서 또는 분석기를 이용하지 않고도, 기계 시스템에 대한 자동 진단이 가능한 시스템과 방법을 제공하는 장점이 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 사용자가 전문화된 지식 없이도 기계 시스템에 대한 자동 진단이 가능한 시스템과 방법을 제공하는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 본 발명의 더 잘 이해하고, 그 실제 적용을 이해하기 위하여, 다음의 도면들이 제공되고 이하 참조된다. 도면들은 단지 실시예로 주어진 것이며, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니라는 것을 유의해야 한다. 동일한 구성 요소들은 동일한 참조 번호들로 표시된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 자동 기계 시스템 진단을 위한 시스템의 개략도이다;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 자동 기계 시스템 진단을 위한 휴대용 통신 디바이스의 서버의 개략도이다;

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 자동 기계 시스템 진단을 위한 시스템의 서버의 개략도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 기계 시스템의 자동 진단을 위한 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 실시예에 의하면, 휴대용 통신 디바이스(portable communications device)는 기계 시스템(mechanical system)의 자동 진단을 수행하기 위해 이용될 수 있다. 상기 휴대용 통신 디바이스는 상기 기계 시스템의 진동 또는 다른 속성들(properties)(예컨대, 온도)을 감지하도록 동작될 수 있다. 예컨대, 상기 감지된 진동의 분석 결과 또는 상기 감지된 진동의 표현의 형태로, 진동-관련 데이터는 원격 프로세싱 유닛 또는 프로세서로 통신될 수 있다. 상기 기계 시스템의 다른 감지된 속성들 또는 특성들은 유사하게 상기 원격 프로세싱 유닛으로 통신될 수 있다.

[0031] 본 발명에서 서버로 언급되는, 원격 프로세싱 유닛은 진동-관련 데이터를 분석할 수 있다. 상기 분석은 기계 시스템들의 그룹의 기계 시스템들의 동작 상태들과 진동 관련 데이터 간의 미리 결정된 관계(relationship)의 적용을 포함할 수 있다. 상기 기계 시스템들의 그룹은 진단된 기계 시스템과 유사한 기계 시스템들을 포함할 수 있고, 상기 진단된 기계 시스템을 포함할 수 있다. 상기 그룹의 기계 시스템들은 적어도 하나의 공유된 특성들(shared characteristics)에 의해 특징지어질 수 있다. 예를 들어, 공유된 특성들은 유형, 모델 넘버, 제조업체, 물리적 특성들, 치수들, 동작 특성들 또는 파라미터들, 또는 그룹의 기계 시스템들 중 하나의 관찰된 행동이 그룹의 다른 기계 시스템의 전형일 수 있는 것을 나타내는 다른 공유된 특성을 언급할 수 있다.

[0032] 관계(relationship)는 상기 서버로 이전에 통신되었던 유사한 (예컨대, 동일한 유형 또는 모델) 기계 시스템의 이전에 측정된 진동 또는 상기 기계 시스템의 이전에 측정된 진동을 나타내는 이전의 진동 관련 데이터에 기초된다. 이전에 통신된 진동-관련 데이터는 적어도 하나의 휴대용 통신 디바이스들에 의해 서버와 통신될 수 있다. 상기 기계 시스템의 동작의 이전 상태를 나타내는 이전에 통신된 동작 데이터는 (예컨대, 동시에 또는 이후에 발생하는) 상기 이전에 측정된 진동과 관련될 수 있다. 이전에 통신된 진동-관련 및 동작 데이터의 분석은 상기 관계(relationship)를 산출할 수 있다

- [0033] 통신된 진동-관련 데이터의 분석 결과는 서버에 의해 상기 휴대용 통신 디바이스로 통신될 수 있다. 통신된 결과는 상기 기계 시스템의 진단을 포함할 수 있다. 예를 들어, 진단은 문제의 상세사항(specification), 수행될 권장 유지보수 활동들의 표시 또는 고장(예컨대, 임의의 추가 유지보수 활동의 부재) 시간의 예측을 포함할 수 있다. 기계 시스템의 현재 또는 예측된 장애 상태(예후), 또는 수행될 조치(action)의 임의의 표시는 본 발명에서 진단으로 언급된다.
- [0034] 휴대용 통신 디바이스는 통신 능력을 가진다. 휴대용 통신 디바이스는, 예를 들어, 통합된 프로세서(incorporated processor)의 형태로, 처리 능력을 가질 수 있다. 예를 들어, 휴대용 통신 디바이스는 휴대용 전화, 스마트폰 또는 컴퓨터를 포함할 수 있다. 따라서, 휴대용 통신 디바이스는 진동 센싱 또는 분석 전용이 아닌 범용(all-purpose) 디바이스일 수 있다.
- [0035] 휴대용 통신 디바이스는 무선 센서를 포함할 수 있다. 무선 센서는 상기 무선 센서가 네트워크를 통해 서버 또는 다른 장치와 통신을 가능하게 하는 (예컨대, 네트워크와 통신을 가능하게 하는 네트워크 칩, 포트, 또는 안테나를 포함하는) 통신 능력을 가질 수 있다. 무선 센서는 (예컨대, 프로세서 또는 컴퓨팅 칩(computing chip)을 포함하는) 처리 능력을 가질 수 있다.. 무선 센서는 예컨대 프로그래밍된 명령어들(programmed instructions) 또는 감지된 데이터를 저장하기 위하여, 데이터 저장 능력을 가질 수 있다.
- [0036] 휴대용 통신 디바이스는 진동들을 감지하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 진동 센서는 상기 휴대용 통신 디바이스의 커넥터의 적절한 포트에 연결될 수 있다. 상기 진동 센서의 센싱 단부(sensing end)는 기계 시스템의 적어도 하나의 구성요소들(components)과 접촉하여, 또는 부근에 배치될 수 있다. 다른 실시예로서, 휴대용 통신 디바이스의 다른 센서 또는 내장 마이크로폰(built-in microphone)은 기계 시스템의 가청 또는 초음파 진동들을 검출하기 위해 이용될 수 있다.
- [0037] 본 발명에서 이용되는 바와 같이, 감지된 진동은 기계 시스템의 임의의 저주파 또는 고주파(예컨대, 초음파) 진동을 포함할 수 있다. (일반적으로, 저주파 진동은 기계 시스템의 국부적인 상태(local condition)를 나타낼 수 있는 반면에 고주파 진동은 시스템 전체의 상태(system-wide condition)를 더 많이 나타낼 수 있다.)
- [0038] 진동 센서는 감지된 진동들에 대응하는 아날로그 전기 신호를 생성할 수 있다. 상기 진동 센서는 감지된 아날로그 진동 신호를 처리하기 위하여, 증폭기 또는 필터, 또는 다른 아날로그 구성요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 아날로그 필터는 (예컨대, 노이즈 또는 무관한 신호 주파수들을 제거하거나 줄이기 위하여) 주파수들이 특정 범위의 진동 주파수 밖인 신호 구성요소를 제거하거나 줄일 수 있다. 증폭기는 추가 처리를 가능하게 하도록 약한 아날로그 신호를 증폭할 수 있다.
- [0039] (예컨대, 증폭 및 필터링 후) 아날로그 진동 신호는 디지털화될 수 있다. 예를 들어, 진동 센서는 아날로그 디지털 변환기(analog-to-digital converter)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 휴대용 통신 디바이스의 아날로그 디지털 변환기(예컨대, 휴대용 통신 디바이스의 마이크로폰)는 아날로그 진동 신호를 디지털화하도록 이용될 수 있다. 아날로그 디지털 변환기의 출력은 상기 아날로그 진동 신호에 대응하는 디지털 신호이다.
- [0040] 진동 센서는 예컨대, 마이크로컨트롤러의 형태인, 프로세서를 포함할 수 있다. 진동 센서의 프로세서는 프로그래밍된 명령어들(programmed instructions)에 따라 동작하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 프로그래밍된 명령어는 진동 센서에 포함되고 진동 센서의 프로세서와 통신하는 비휘발성 데이터 저장 디바이스(nonvolatile data storage device)에 저장될 수 있다. 진동 센서의 프로세서는 디지털 신호를 휴대용 통신 디바이스로 전송하도록 구성될 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 휴대용 통신 디바이스의 처리 능력이 이용될 수 있다.
- [0041] 휴대용 통신 디바이스는 처리 능력을 가질 수 있다. 따라서, 휴대용 통신 디바이스는 상기 진동 센서로부터 또는 다른 센서로부터 수신된 신호를 처리하도록 구성될 수 있다. 또는, 수신된 신호는 처리를 위하여 서버로 전송되거나 통신될 수 있다.
- [0042] 휴대용 통신 디바이스의 처리 능력은 수신된 디지털 신호에 신호 처리 동작을 적용하도록 (예컨대, 다운로드된 애플리케이션 또는 다른 저장된 프로그래밍된 명령어들에 따라) 구성될 수 있다. 예를 들어, 신호 처리 동작들은 디지털 필터링 동작, 데이터 압축, 또는 변환 동작 (예컨대 고속 푸리에 변환 (FFT) 동작을 이용하는, 예컨대, Fourier 변환) 또는 그렇지 않으면 디지털 신호의 적어도 하나의 특성들(characteristics)을 추출하는 것을 포함할 수 있다. 특히, 추출된 특성들은 감지된 진동들의 관련 특징들(features)을 특징짓도록 해석될 수 있다. 상기 처리는 상기 신호를 수신하는 것과 동시에 수행될 수 있다 (실시간 처리).

- [0043] 디지털 신호의 특성들은 상기 서버로 통신되거나, 상기 디지털 신호 자체 (또는 상기 디지털 신호의 압축된 형태)는 서버로 통신될 수 있다. 제한된 수의 특성들을 서버로 통신하는 것은 상기 디지털 신호 그 자체를 통신하는 것보다 휴대용 통신 디바이스에서 상기 서버로 진동 특징들(features)의 더욱 효율적인 통신을 가능하게 할 수 있다.
- [0044] 진동 관련 데이터를 획득하는 단계 및 통신하는 단계 이전에, 동시에, 또는 이후에, 휴대용 통신 디바이스는 감지된 진동들이 발생하는 기계 시스템을 특징짓기 위하여 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 상기 휴대용 통신 디바이스는 온도 센서와 같은, 다른 센서들로부터 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 휴대용 통신 디바이스는 특징짓는 데이터(characterizing data)를 발생시키도록 구성된 상기 기계 시스템의 다른 구성요소(component) 또는 프로세서와 통신하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예로서, 상기 휴대용 통신 디바이스는 사용자가 관련 데이터를 입력할 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 휴대용 통신 디바이스의 프로세서상에서 실행중인 애플리케이션은 유저 인터페이스를 디스플레이 스크린 상에 디스플레이되도록 하거나 또는 그렇지 않으면 사용자에게 통신되도록 할 수 있다. 상기 사용자는 관련 데이터를 입력하기 위해 휴대용 통신 디바이스의 적어도 하나의 입력 디바이스들 (예컨대, 키보드, 키패드, 포인팅 디바이스, 터치 스크린, 마이크로폰, 카메라, 근접 통신(NFC) 태그 또는 무선 주파수 식별(RFID) 리더)을 이용할 수 있다. 관련 데이터는, 예를 들어, 기계 시스템의 유형, 진동 센서가 배치되는 기계 시스템 내의 또는 기계 시스템 상의 위치, 기계 시스템의 동작 상태들(operating conditions), 환경적 요인들(environmental factors) 또는 다른 관련 정보를 포함할 수 있다.
- [0045] 서버는 적어도 하나의 휴대용 통신 디바이스들로부터 진동 관련 데이터를 수신하고 분석하거나 처리하도록 구성된다. 상기 서버는 학습 모드(learning mode)로 또는 진단 모드로 동작할 수 있다.
- [0046] 학습 모드(learning mode)로 동작할 때, 서버는 추가 데이터와 함께, 진동 측정들로부터 진동 관련 데이터를 분석할 수 있다. 상기 분석은 기계 시스템의 적어도 하나의 동작 상태들과 측정된 진동들의 적어도 하나의 특징들(features) 간의 상관관계를 발생시킬 수 있다. 상기 발생된 상관관계는 기계 시스템의 유형, 기계 시스템의 특정 구성요소, 기계 시스템의 특정모델 또는 기계 시스템의 구성요소의 특정 모델에 관한 것일 수 있다. 학습 모드로 동작할 때, (예컨대, 기계 시스템 또는 기계 시스템의 구성요소들을 정의하거나, 기계 시스템의 동작 상태 또는 기계 시스템의 구성요소의 동작 상태를 정의하는) 관련된 데이터 뿐만 아니라 수신된 진동 관련 데이터는 저장될 수 있다. 상관관계는 적어도 하나의 동작 상태들과 적어도 하나의 연관된 진동들의 특징들(features) 사이에서 얻어질 수 있다. 상관관계의 신뢰도(confidence)는 진동 관련 데이터가 축적되고 분석됨에 따라 계산될 수 있다. 상기 신뢰도는 일반적으로 추가 데이터가 축적되고 분석됨에 따라 증가되도록 예상된다.
- [0047] 진단 모드로 동작할때, 서버는 이전에 (예컨대, 학습 모드로 동작하는 동안) 발생된 상관관계에 비추어 수신된 진동 관련 데이터와 다른 감지된 데이터를 분석할 수 있다. 상기 분석은 기계 장치의 동작 상태를 산출할 수 있다. 상기 서버는 상기 분석된 진동 관련 데이터가 수신된 휴대용 통신 디바이스로 동작의 결과 상태의 보고를 통신할 수 있다. 상기 통신은 신뢰도 레벨의 표시의 보고를 포함할 수 있다. 상기 신뢰도 레벨은 동작의 보고된 동작 상태가 정확할 가능성과 관련된다. 예를 들어, 상기 신뢰도는 만일 많은 양의 진동 관련 데이터가 이전에 분석되었다면 높게 표시될 수 있고 만일 소량의 데이터만이 분석되었다면 더 낮게 표시될 수 있다. 상기 동작 상태 (및 보고된 신뢰도 레벨)는 기계 시스템에 관하여 수행될 유지보수 동작을 선택하는데 이용될 수 있다.
- [0048] 자동 기계 시스템 진단은, 본 발명의 실시예들에 따르면, 기계 시스템의 비파괴 시험(nondestructive testing) 또는 기계 시스템의 예측적 유지보수(predictive maintenance)를 가능하게 할 수 있다. 본 발명의 실시예들에 따른 자동 기계 시스템 진단은 전문화된(specialized) 진동 센서들 또는 분석기들(analyzers)에 대한 투자 없이 진동 감지와 분석을 가능하게 할 수 있다. 휴대용 통신 디바이스(예컨대, 스마트폰 또는 휴대용 컴퓨터)에 액세스할 수 있는 사용자는 상기 휴대용 통신 디바이스와 통신하는 음향 프로브(acoustic probe), 및 획득된 진동 관련 데이터의 처리(treatment)를 가능하게하기 위하여 적절한 애플리케이션 또는 적절한 소프트웨어를 구입하거나 얻기만 하면 된다. 본 발명의 실시예들에 따르면, 사용자는 기계 시스템의 자동 진단을 수행하기 위해 상기 기계 시스템의 상태를 가진 감지된 진동들에 관한 전문화된 지식을 가질 필요가 없다. 상기 서버에 의해 반환되는 진단 정보는 기계 시스템이 가진 문제의 표시, 또는 수행될 (예컨대, 유지보수에 관련된 또는 예방적 수리들 또는 조정들에 관련된) 권장 조치(recommended action)의 표시를 포함한다.
- [0049] 시스템은 본 발명의 실시예들에 따른 자동 기계 시스템 진단을 수행하도록 구성될 수 있다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 자동 기계 시스템 진단을 위한 시스템의 개략도이다.
- [0050] 자동 기계 시스템 진단 시스템(10)은 네트워크(18)를 통해 적어도 하나의 휴대용 통신 디바이스들(12 또는 1

2')과 통신하도록 구성된 서버(20)를 포함한다.

- [0051] 네트워크(18)는 적어도, 서버(20)와 휴대용 통신 디바이스들(12 또는 12') 간의 통신을 가능하게하는 유선 또는 무선 통신 네트워크를 포함할 수 있다. 예를 들어, 네트워크(18)는 셀룰러(cellular) 또는 다른 전화 네트워크, 인터넷, 인트라넷, 또는 유사한 통신 네트워크를 나타낼 수 있다. 본 발명에서 이용된 바와 같이, 네트워크(18)는 서버(20)와 적어도 하나의 휴대용 통신 디바이스들(12 또는 12') 사이의 직접(유선 또는 무선) 통신 채널을 포함하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0052] 휴대용 통신 디바이스들(12)은 음향 진동 센서(16) 또는 추가 센서들(17)로부터 진동 관련 신호들을 수신하고 네트워크(18)를 통해 서버(20)로 감지된 진동 관련 또는 다른 데이터를 전달하도록 구성된다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른, 자동 기계 시스템 진단을 위한 휴대용 통신 디바이스의 서버의 개략도이다. 휴대용 통신 디바이스(12)는 모바일 폰, 스마트폰, 휴대용 컴퓨터, 차량 탑재 컴퓨터(vehicle-mounted computer) 또는 서버(20)와 통신하도록 구성될 수 있는 다른 휴대용 디바이스를 포함할 수 있다. 휴대용 통신 디바이스(12)는 프로세서(22)로 대표되는, 처리 능력을 가질 수 있다. 휴대용 통신 디바이스(12)는 데이터 저장 유닛(26)으로 표시되는, 휘발성 또는 비휘발성 데이터 저장 능력을 가질 수 있다. 휴대용 통신 디바이스(12)의 프로세서(22)는 데이터 저장 유닛(26)에 저장되는 프로그래밍된 명령어들에 따라 동작되도록 구성될 수 있다.
- [0053] 휴대용 통신 디바이스(12)의 프로세서(22)는 통신 링크(24)를 통해 네트워크(18)와 통신할 수 있다. 통신 링크(24)는 네트워크(18)와 통신하기 적합한 유선 또는 무선 통신 링크를 나타낼 수 있다.
- [0054] 프로세서(22)에는 커넥터(28)로 표시되는 적어도 하나의 포트들 또는 커넥터들과 함께 제공될 수 있다. 커넥터(28)는 데이터 연결, 전력 연결, 또는 양자 모두를 포함할 수 있다. 커넥터(28)는 무선 연결(예컨대, 광학적 또는 전자기적)을 포함할 수 있다. 커넥터(28)의 데이터 연결은, 예를 들어, 프로세서(22)가 부착된 센서 또는 다른 디바이스로 제어 명령들 또는 명령어들(commands)을 전송하는 것을 가능하게 하거나, 부착된 센서 또는 다른 장치 (또는 양자 모두)로부터 데이터를 수신하는 것을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(22)는 커넥터(28)를 통해 음향 진동 센서(16)와 통신할 수 있다.
- [0055] 명령은 입력 디바이스(23)를 동작시켜 휴대용 통신 디바이스(12)의 사용자에게 의해 프로세서(22)로 입력될 수 있다. 예를 들어, 입력 디바이스(23)는 사용자가 프로세서(12) 동작을 위해 명령들 또는 데이터 입력을 가능하게 하기 위하여 키보드, 키패드, 포인팅 디바이스, 카메라, 마이크로폰 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 입력 디바이스(23)는, 예를 들어, 기계 시스템(14)의 진동들을 감지하기 위한 음향 진동 센서(16) 또는 추가 센서들(17)이 동작할 때를 지시하도록 동작될 수 있다. 입력 디바이스(23)는 기계 시스템(14)의 적어도 하나의 식별(identifying) 또는 다른 특성들을 명시하도록(specify) 동작될 수 있다. 예를 들어, 상기 기계 시스템의 특성들은 키보드, 키패드, 포인팅 디바이스, 또는 문자 숫자식의(alphanumeric) 데이터 입력을 위한 유사한 사용자 조작 디바이스(user-manipulable device)를 이용하는 수동 입력(manually input)일 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 기계 시스템의 특성들은 NFC 또는 RFID 리더를 이용하는 적절한 태그 또는 디바이스로부터 관측될 수 있다.
- [0056] 기계 시스템(14)은 기계, 차량, 또는 기계 또는 차량의 구성요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 기계 시스템(14)은 모터, 엔진, 베어링, 컴프레서, 펌프, 파이프 또는 도관, 기어, 변속기(transmission), 로터, 휠, 용광로(furnace), 밸브, 피스톤, 빌딩, 또는 적절하거나 부적절한 동작 동안에 음향 진동(acoustic vibrations)을 발생시키는 임의의 다른 디바이스 또는 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0057] 프로세서(22)는 출력 디바이스(25)와 통신할 수 있다. 예를 들어, 출력 디바이스(25)는 디스플레이 스크린, 프린터, 디스플레이 패널, 스피커 또는 시각적, 청각적, 또는 촉각적 출력을 생성할 수 있는 다른 디바이스를 포함할 수 있다. 프로세서(22)는 기계 시스템(14)의 진단 결과를 제시하기 위해 출력 디바이스(25)와 통신할 수 있다.
- [0058] 음향 진동 센서(16)는 기계 시스템(14)의 음향 진동들(예컨대, 가청 또는 초음파 주파수들)을 감지하도록 동작될 수 있다. 예를 들어, 음향 진동 센서(16)는 예컨대, 커넥터(28)를 통해 프로세서(22)와 전기적으로 또는 무선으로 연결될 수 있다. 음향 진동 센서(16)는 적어도 일부 기계 진동들에 노출될 때 전기적 신호를 발생하는 구성요소를 포함할 수 있다. 음향 진동 센서(16)의 적어도 하나의 프로브는 기계 시스템(14)의 근방에 배치되거나 기계 시스템(14)과 접촉하여 배치될 수 있다. 음향 진동 센서(16)의 프로브는, 예를 들어, (예컨대, 압전 용량 성분(piezoelectric capacitive component)을 포함하는) 마이크로폰, 광학 또는 전자기 진동 센서, 전자기 계적 진동 민감성 디바이스(electromechanical vibration-sensitive device) 또는 진동에 노출될 때 전류를 발

생할 수 있는 유사한 장치를 포함할 수 있다. 음향 진동 센서(16)는 마이크로 전자기계 시스템 (MEMS) 센서를 포함할 수 있다.

[0059] 음향 진동 센서(16)의 다양한 프로브들 또는 다른 구성요소들은 진동의 상이한 유형(예컨대, 주파수, 진폭, 파형)에 민감할 수 있다. 예를 들어, 음향 진동 센서(16) 중 하나의 프로브는 초음파 방출(ultrasonic emissions)에 민감할 수 있다. 음향 진동 센서(16)의 또 다른 프로브는 낮은 음향 주파수 진동들에 민감할 수 있다. 상기 다양한 프로브들은 묶여지거나(bundled) 그렇지 않으면 기계 시스템(14)의 단일 위치로부터의 진동들을 감지하도록 제한될 수 있다. 다른 경우에, 음향 진동 센서(16)의 다양한 프로브들은 기계 시스템(14)의 복수의 위치로부터의 진동들을 동시에 감지하도록 구성될 수 있다.

[0060] 음향 진동 센서(16)는 전기 회로 또는 전기적 처리 능력을 가질 수 있다. 이러한 회로 또는 처리 능력은 아날로그 신호 증폭 또는 필터링, 디지털화, 디지털 신호 처리(예컨대, 디지털 신호를 변환(transforming)하거나 압축), 및 데이터 전송 프로토콜에 따른 데이터 전송과 같은 다양한 기능들을 수행할 수 있다.

[0061] 추가 센서(17)는 진동들 이외에 기계 시스템(14)의 적어도 하나의 속성들을 감지하기 위하여 적어도 하나의 센서들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 추가 센서(17)는 기계 시스템(14)의 온도를 감지하기 위하여 적어도 하나의 센서를 포함할 수 있다. 다른 실시예로서, 추가 센서(17)는 기계 시스템(14)의 다른 속성을 감지하기 위하여 적어도 하나의 센서들을 포함할 수 있다. 기계 시스템(14)의 이러한 다른 속성들은, 예를 들어, 정전식, 자성식 또는 전자기장; 방사선, 배출된 가스들, 입자들, 액적들, 또는 분자들; 또는 압력을 포함할 수 있다.

[0062] 서버(20)는 임의의 추가 휴대용 통신 디바이스들(12') 뿐만 아니라 네트워크(18)를 거쳐 휴대용 통신 디바이스(12)와 통신하도록 구성될 수 있다. (각각의 추가 휴대용 통신 디바이스(12')는 휴대용 통신 디바이스(12)와 유사한 방식으로 기능하도록 구성되거나, 휴대용 통신 디바이스(12)와 유사한 방식으로 구성될 수 있다.) 서버(20)는 휴대용 통신 디바이스(12)로부터 수신된 데이터를 처리하고, 요청될 때, 휴대용 통신 디바이스(12)로 처리 결과를 반환하도록 구성될 수 있다. (상기 결과는 장래의 액세스를 위하여, 예컨대 트렌드를 추적하거나 시스템 관리의 목적으로, 예컨대, 메모리(36) 또는 데이터 저장 디바이스(34)에, 저장될 수 있다.)

[0063] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자동 기계 시스템 진단을 위한 시스템의 서버의 개략도이다.

[0064] 서버(20)는 적어도 하나의 상호통신가능한 컴퓨터(intercommunicating computers) 또는 컴퓨터를 포함할 수 있다. 상기 서버(20)의 상호통신가능한 컴퓨터는 단일의 장소에 배치되거나 복수의 상호 원격지 사이에 분산될 수 있다. 서버(20)의 일부 또는 모든 기능은 휴대용 통신 디바이스(12 또는 12')의 프로세서(22)에 의해 제공될 수 있다.

[0065] 서버(20)는 프로세서(32)를 포함한다. 예를 들어 프로세서(32)는 적어도 하나의 프로세싱 유닛, 예컨대 적어도 하나의 컴퓨터들을 포함할 수 있다. 프로세서(32)는 메모리(36)에 저장된 프로그래밍된 명령어에 따라 동작하도록 구성될 수 있다. 프로세서(32)는 기계 시스템의 자동 진단을 위한 애플리케이션을 실행시킬 수 있다.

[0066] 프로세서(32)는 메모리(36)와 통신할 수 있다. 메모리(36)는 적어도 하나의 휘발성 또는 비휘발성 메모리 디바이스를 포함할 수 있다. 메모리(36)는 예컨대, 프로세서(32)의 동작의 결과들 또는 동작 동안에 프로세서(32)에 의해 이용되기 위한 파라미터들 또는 데이터, 프로세서(32)의 동작을 위한 프로그래밍된 명령어들을 저장하도록 이용될 수 있다.

[0067] 프로세서(32)는 데이터 저장 디바이스(34)와 통신할 수 있다. 데이터 저장 디바이스(34)는 적어도 하나의 고정된 또는 분리가 가능한(removable) 비휘발성 데이터 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 데이터 저장 디바이스(34)는 프로세서(32)의 동작을 위한 프로그램 명령어를 저장하기 위하여 판독가능한 매체를 포함할 수 있다. 데이터 저장 디바이스(34)는 프로세서(32)로부터 멀리 떨어져있을 수 있다. 이러한 경우에 데이터 저장 디바이스(34)는 원격 서버(예컨대, 소프트웨어 제공자(software provider))의 저장 디바이스, 프로세서(32)에 의한 실행을 위해 다운로드되고 설치될 수 있는 설치 패키지 또는 패키지들의 형태인 기계 시스템의 자동 진단을 위한 프로그램의 저장 디바이스일 수 있다. 데이터 저장 디바이스(34)는 프로세서(32)의 동작의 결과들, 또는 동작 동안에 프로세서(32)에 이용되기 위한 파라미터들 또는 데이터를 저장하도록 이용될 수 있다.

[0068] 특히, 데이터 저장 디바이스(34)는 훈련 모듈(training module)(38)에 관한 프로그래밍된 명령어들을 저장하기 위해 이용될 수 있다. 훈련 모드로 동작할때, 프로세서(32)는 적어도 하나의 휴대용 통신 디바이스들(12, 12')로부터 기계 시스템의 특성들과 진동 관련 데이터를 획득하거나 취득할 수 있다.

[0069] 훈련 모드로 동작하는 동안에 취득된 데이터, 또는 상기 취득된 데이터 처리로부터 비롯된 데이터는 데이터베이스

스(40)의 형태로 데이터 저장 디바이스(34)에 저장될 수 있다. 데이터베이스(40)는 적어도 하나의 테이블을 포함할 수 있다. 테이블의 튜플(tuple) 또는 기록(record)은: 진동 관련 데이터 또는 진동을 특징짓는 적어도 하나의 파라미터들, 기계 시스템의 또는 기계 시스템의 구성요소를 식별하는 데이터, 또는 기계 시스템의 상태를 식별하는 데이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 데이터베이스(40) 내의 데이터는 다양한 테이블 내에서 해당 데이터를 관련짓는 것을 가능하게 하거나 데이터 베이스(40)를 쿼리하는 것을 가능하게 하도록 적절하게 인덱스되거나 상호 참조(cross-referenced)될 수 있다.

[0070] 데이터 저장 디바이스(34)는 진단 모듈(42)에 관한 프로그래밍된 명령어를 저장하기 위해 이용될 수 있다. 진단 모듈로 동작할 때, 프로세서(32)는 휴대용 통신 디바이스(12)로부터 기계 시스템의 특성들 및 진동 관련 데이터를 수신할 수 있다. 프로세서(32)는 상기 수신된 데이터에 기초하여 데이터베이스(40)를 쿼리(query)하거나 그렇지 않으면 기계 시스템의 상태를 나타내고 상기 수신된 데이터에 대응하는 데이터를 검색하거나 취득할 수 있다. 상기 상태에 관련된 정보 또는 기계 시스템에 관하여 수행될 권장 조치들(recommended actions)에 관련된 정보는 휴대용 통신 디바이스(12)로 보고하기 위하여 준비될 수 있다.

[0071] 프로세서(32)는 유선 또는 무선 연결을 통해 네트워크(18)와 통신할 수 있다.

[0072] 프로세서(32)는 본 발명의 실시예에 따르면, 기계 시스템의 자동 진단을 위한 방법을 실행하도록 동작될 수 있다.

[0073] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른, 기계 시스템의 자동 진단을 위한 방법을 도시하는 흐름도이다. 자동 진단 방법(100)은 기계 시스템의 자동 진단을 위한 시스템의 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 예를 들어, 자동 진단 방법(100)은 기계 시스템의 자동 진단을 위한 시스템의 서버의 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

[0074] 자동 진단 방법(100)은 실행되는 다른 프로그램 또는 애플리케이션에 의해 자동으로 발행되거나, 사용자에게 의해 발행된 (예컨대, 휴대용 통신 디바이스의 제어를 동작시켜) 명령어(command) 또는 요청(request)에 따라 실행될 수 있다. 자동 진단 방법(100)은 소정의 이벤트에 응답하여 실행될 수 있다. 예를 들어, 자동 진단 방법(100)은 진동 센서가 휴대용 통신 디바이스에 부착되거나, 진동 센서가 휴대용 통신 디바이스와 통신을 시작할 때, 또는 진동 관련 데이터가 휴대용 디바이스에 의해 수신될때 실행될 수 있다.

[0075] 흐름도의 블록들로 표현되는 별도의 동작들(discrete operations)로의 도시된 방법의 분할(division)은 단지 편의 및 명확성을 위해 선택된 것임을 상기 흐름도와 관련하여 이해되어야 할 것이다. 별도의 동작들(discrete operations)로 도시된 방법의 대안적인 분할(alternative division)은 동등한 결과가 가능하다. 별도의 동작들(discrete operations)로 도시된 방법의 이러한 대안적인 분할(alternative division)은 도시된 방법의 다른 실시예를 나타내는 것으로 이해되어야 한다.

[0076] 유사하게, 달리 표시되지 않는 한, 상기 도시된 흐름도의 블록으로 표시된 동작들의 실행 순서는 단지 편의 및 명확성을 위해 선택된 것으로 이해되어야 한다. 상기 도시된 방법의 동작들은 다른 순서로, 또는 동시에, 동등한 결과로 실행될 수 있다. 상기 도시된 방법의 동작의 이러한 재배열(reordering)은 상기 도시된 방법들의 다른 실시예들을 나타내는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0077] 본 발명의 실시예들에 따르면, 컴퓨터 판독가능한 매체(예컨대, 레지스터 메모리, 프로세서 캐시, RAM, ROM, 하드 드라이브, 플래시 메모리, CD ROM, 자기 매체, 등)에 저장된 컴퓨터 프로그램 애플리케이션은 실행될때 기계 시스템의 자동 진단을 위한 방법과 같이, 본 발명에서 설명된 방법들을 수행하도록 프로세서 또는 컨트롤러를 명령하거나 시킬 수 있는 실행가능한 명령어들 또는 코드를 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독가능한 매체는 일시적인(transitory), 신호를 전파하는(propagating) 것을 제외하고 컴퓨터 판독가능한 매체의 모든 형태 및 종류를 포함하는 비일시적 판독가능한 매체일 수 있다.

[0078] 자동 진단 방법(100)은 휴대용 통신 디바이스로부터 진동 관련 데이터를 취득하는 단계를 포함할 수 있다 (블록 110). 기계 시스템의 진동은 예컨대 몇 (예컨대, 2이하)초의 구간(period) 동안, 적절한 진동 센서에 의해 감지될 수 있다. 상기 감지된 진동에 응답하여 진동 센서에 의해 발생된 신호는 진동 관련 데이터를 산출하도록 (예컨대, 원격 통신 디바이스 또는 진동 센서의 아날로그 또는 디지털 처리 능력에 의해) 처리될 수 있다. 진동 관련 데이터는, 예를 들어 감지된 진동, 감지된 진동을 나타내는 압축된 신호, 감지된 진동의 기능 표시(functional representation), 감지된 진동의 스펙트럼 (예컨대, 주파수들 및 관련 진폭들), 감지된 진동의 스펙트럼의 기능적 표시, 감지된 진동의 파라미터의 표시(parametric representation) 또는 그것의 스펙트럼, 또는 진동의 다른 적절한 표시를 나타내는 디지털화된 신호 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0079] 자동 진단 방법(100)은 휴대용 통신 디바이스로부터 임의의 추가 감지된 데이터를 취득하는 단계를 포함한다

(블록 116). 상기 추가 감지된 데이터는 음향(acoustic) 진동들 이외의 기계 시스템의 속성을 감지하도록 구성되는 센서로부터 획득될 수 있다. 예를 들어, 추가 감지된 데이터는 기계 시스템의 온도를 나타낼 수 있다. 상기 온도는 적절한 센서, 예컨대 온도계 또는 다른 열(thermal) 센서 또는 프로브에 의해 감지될 수 있다. 추가 센서에 의해 발생되고 감지된 값을 나타내는 신호는 (예컨대, 원격 통신 디바이스 또는 추가 센서의 아날로그 또는 디지털 처리 능력에 의해) 상기 추가 감지된 데이터를 산출하도록 처리될 수 있다.

[0080] 기계 시스템의 적어도 하나의 특성은 상기 휴대용 통신 디바이스로부터 취득될 수 있다 (블록 120). 상기 특성은 (더 큰 기계 시스템의 구성요소를 포함하는 것으로 이해될) 기계 시스템의 유형을 식별할 수 있다.

[0081] 예를 들어, 사용자는 상기 기계 시스템에 관한 정보를 입력하기 위하여 상기 휴대용 통신 디바이스를 통해 유저 인터페이스(user interface)와 상호작용할 수 있다. 입력된 정보는, 예를 들어, 구성요소 또는 기계의 유형, 모델 넘버, 시리얼 넘버, 위치 표시, 제조 일자, 또는 다른 식별 정보를 포함할 수 있다. 휴대용 통신 디바이스 또는 자동 진단 시스템은 오직 한가지 유형의 기계 시스템의 자동 진단을 위하거나, 제한된 수의 기계 시스템들 위한 것이거나, 이전에 등록된 기계 시스템 만을 위하여 구성될 수 있다. 이 경우에, 식별 정보의 일부 또는 전부는 자동적으로 전송되고, 검색되거나 참조될 수 있다.

[0082] 다른 실시예로서, 휴대용 통신 디바이스는 식별 태그, 라벨, 또는 마킹을 판독하도록 이용될 수 있다. 예를 들어, 휴대용 통신 디바이스의 카메라는 바코드 또는 매트릭스 바코드, 또는 기계 시스템 또는 구성요소 상의 다른 식별 마킹을 향할 수 있다. 서버 또는 휴대용 통신 디바이스의 이미지 분석 능력은 이미지된 형상에 기초하여 기계 시스템을 식별할 수 있다. 휴대용 통신 디바이스의 RFID 리더(reader)는 상기 기계 시스템 상의 RFID 태그를 판독할 수 있다. 휴대용 통신 디바이스의 NFC는 적합한 연결을 통해 기계 시스템의 데이터 포트에 연결될 수 있다.

[0083] 특성들은 예컨대 유지보수에 관한, 기계 시스템의 현재 상태를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 상기 특성은 이전의 유지보수 조치가 기계 시스템에서 수행되었을 때의 날짜, 또는 유지보수 조치의 성질(nature)을 포함할 수 있다. 상기 특성들은 감지된 진동과 일치하는 기계 시스템의 동작과 관련된 데이터를 포함할 수 있다. 이러한 데이터는 예를 들어, 기계 시스템의 속도(예컨대, 구성요소의 회전 또는 구성요소의 선형 속도), 가해진 힘, 부하(load), 유량, 압축, 이송될 부하 또는 유체의 유형, 밸브 또는 제어의 상태, 내부 온도 또는 압력, 연소 속도, 소비 전력, 관련 환경 상태들(예컨대, 온도, 습도, 대기 성분들), 또는 다른 관련 데이터를 포함할 수 있다.

[0084] 자동 진단 시스템은 훈련 모드로 동작할 수 있다 (블록 130). 훈련 모드일때, 자동 진단 시스템은 시스템의 동작 상태와 기계 시스템의 진동을 상관시키는 것을 가능하게 하는 데이터를 축적한다. 훈련 모드는 특정 기계 시스템과 관련될 수 있다. 예를 들어, 자동 진단 시스템은 한 가지 유형의 기계 시스템에 대하여 훈련 모드이고, 다른 유형의 기계 시스템들에 대해서는 아닐 수 있다.

[0085] 기계 시스템의 사용자는 (예컨대, 휴대용 통신 디바이스의 출력 디바이스를 통해) 주기적으로(예컨대, 며칠마다 또는 몇주마다) 진동 관련 데이터(블록 110), 추가 감지된 데이터(블록 116), 그리고 임의의 관련된 기계 시스템 특성들(블록 120)을 취득하도록 요청될 수 있다. 상기 취득된 데이터는 요청될 때 검색을 가능하게 하는 다른 저장 모드 또는 데이터베이스에 저장된다 (블록 140).

[0086] 훈련 모드일 때, 기계 시스템의 동작 상태에 관련된 데이터가 취득될 수 있다(블록144). 예를 들어, 기계 시스템에 유지보수 또는 수리 동작이 수행될 때, 상기 유지보수 또는 수리 동작을 정의하는 데이터가 취득될 수 있다. 기계 시스템의 오작동(malfunction) 또는 고장(breakdown)을 정의하는 데이터가 취득될 수 있다. 예를 들어, 정통한 사용자(예컨대 유지보수 또는 수리 직원)는 상기 동작 상태 데이터를 입력하도록 (예컨대 휴대용 통신 디바이스의, 또는 서버의, 또는 사용자와 서버 간의 통신을 가능하게 하는 다른 디바이스의) 유저 인터페이스와 상호작용할 수 있다. 다른 실시예로서, 사용자는 청구서의 이미지, 항목별 계산서, 또는 동작 상태의 다른 프린트되거나 쓰여진 표시(indication)를 취득하기 위하여 휴대용 통신 기기의 카메라를 동작시킬 수 있다. 상기 획득된 이미지는 동작 상태 데이터를 추출하도록 (예컨대, 이미지 처리 또는 광학 문자 인식 기술들을 이용하여) 해석될 수 있다.

[0087] 동작 상태 데이터를 취득하는 단계에 앞서는 구간(period)으로부터 추가 감지된 데이터와 획득된 진동 관련 데이터는 관련 패턴 또는 관계를 검출하기 위해 분석될 수 있다 (블록 150). 예를 들어, 특정 진동 주파수에서 진동은 오작동 또는 수리에 앞서는 구간(period)에서 다른 진동 주파수를 가진 진동에 비하여 더 크거나 작은 강도(예컨대, 더 크거나 더 작은 진폭)로 검출될 수 있다. 관계는 특정 기계 시스템 또는 기계 시스템의 집합

(family)에 대하여 취득된 진동 관련 데이터 (및 추가 감지된 데이터)에 대한 적용을 위하여 저장될 수 있다. 저장된 관계는 (예컨대 수리의 유형 또는 수리의 예상된 시간에 대한 상대적인 진폭에 관한) 록업 테이블의 형태로, 함수 형태로 또는 동작 상태와 진동 관련 데이터 (및 추가 감지된 데이터, 예컨대 온도) 간의 연결을 나타내는 다른 형태로 표현될 수 있다.

[0088] 관계를 검출하는 단계는 모델을 데이터베이스의 데이터에 맞추는 단계를 포함할 수 있다. 적절한 통계적 기법이 모델을 데이터에 맞추기(fit) 위하여 적용될 수 있다. 예를 들어, 만일 모델이 함수 관계를 포함한다면, 적절한 최소 제곱법(least-squares fit) 또는 유사한 기법이 적용될 수 있다.

[0089] 만일 불충분한 데이터가 취득되었다면, 어떤 패턴 또는 관계도 검출될 수 없다. 또는, 관계가 검출될 수 있으나 관계의 신뢰도는 낮을 수 있다. 검출된 관계와 관련된 신뢰도 값은 관계에 대한 신뢰도의 정도를 나타낼 수 있다. 더 많은 훈련 데이터가 획득될수록, 관계에 대한 신뢰도는 증가할 수 있다.

[0090] 충분한 데이터는 상기 취득된 진동 관련 데이터 및 임의의 추가 감지된 데이터에 기초된 기계 시스템의 진단의 발생이 가능하도록, 예컨대 데이터베이스 또는 다른 형태 내에, 존재할 수 있다 (블록 160). 예를 들어, 진동 관련 데이터가 (예컨대, 취득된 기계 시스템 특성들로 나타낸 바와 같이) 특정 기계 시스템에 대하여 취득될때, 자동 진단 방법(100)을 실행하는 프로세서는 기계 시스템에 관한 관계 또는 패턴에 대한 데이터베이스를 체크할 수 있다. 적절한 관계의 검출, 임계 값을 초과하는 표시된 신뢰도 레벨, 또는 충분한 데이터가 존재하는 것을 나타내는, 플래그와 같은, 다른 지표(indicator)는 충분한 데이터가 존재하는 것을 나타내는 것으로 해석될 수 있다.

[0091] 만일 불충분한 데이터가 진단을 위하여 존재한다면, 자동 진단 방법(100)의 실행은 종료된다 (블록 190).

[0092] 검출된 관계는 취득된 진동 관련 데이터에 적용될 수 있다 (블록 170). 예를 들어, 진동 관련 데이터와 임의의 추가 감지된 데이터는 상기 관계를 나타내는 록업 테이블 내의 적절한 항목(entry)을 선택하기 위해 이용되거나, 상기 관계를 나타내는 함수 관계에 대한 인수(argument)로서 입력되거나, 또는 그렇지 않으면 검출된 관계와 비교되도록 이용될 수 있다. 상기 관계의 적용은 동작의 현재 상태 또는 기계 시스템의 진단을 발생 시키도록 이용될 수 있는 다른 데이터를 제공할 수 있다. 적절한 (예컨대, 동작 상태가 수량(quantity)과 같은 숫자로 표현되는, 예컨대 고장의 평균 시간), 값들은 상기 기계 시스템의 동작의 현재 상태를 산출하도록 내삽될(interpolated) 수 있다.

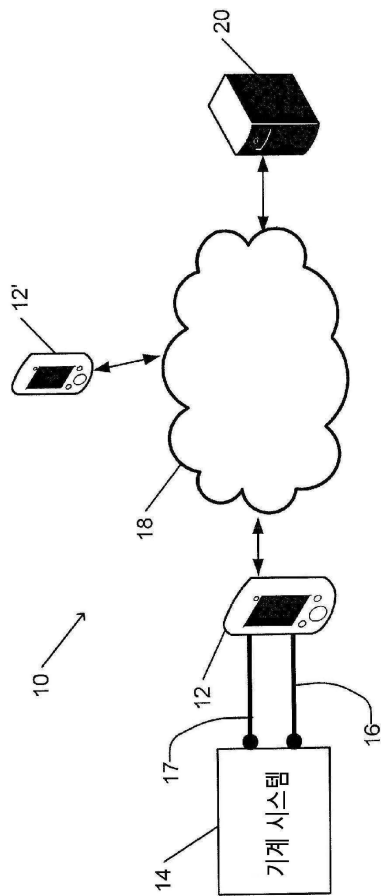
[0093] 진동 관련 데이터에 대한 관계의 적용은 기계 시스템에 대한 진단을 산출할 수 있다 (블록 180). 진단은 기계 시스템의 동작 상태, 기계 시스템의 장래 동작의 예측(예후), 유지보수 또는 모니터링 조치에 대한 권장(recommendation) 또는 이들의 임의의 조합을 나타낼 수 있다. 예를 들어 진단은 기계 시스템의 고장에 대한 평균 시간, 기계 시스템의 결함이 있는 구성요소의 표시, 기계 시스템의 동작을 개선하기 위해 변경될 수 있는 동작 파라미터의 표시, 기계 시스템의 고장 가능성을 감소시키기 위해 수행될 유지보수 동작의 표시, 또는 기계 시스템의 동작의 현재 상태의 다른 표시를 나타낼 수 있다.

[0094] 진단은 상기 휴대용 통신 디바이스로 보고될 수 있다. 상기 휴대용 통신 디바이스는 휴대용 통신 디바이스의 사용자가 진단을 수신할 수 있는 것과 같은 그러한 보고된 진단을 디스플레이하거나 그렇지 않으면 출력할 수 있다. 보고된 진단은 기계 시스템에 수행될 권장 유지보수 동작, 상기 권장 유지보수 동작 수행이 없는 경우에 고장(failure) 예상 시간, 진단에 대한 신뢰도 레벨의 표시, 기계 시스템 일반적인 동작 상태의 표시 (예컨대 양호 대 불량, 또는 숫자적인 또는 그래픽 지표(indicator)), 또는 상기 기계 시스템의 현재 또는 예측된 동작 상태에 관련된 다른 출력력을 포함할 수 있다.

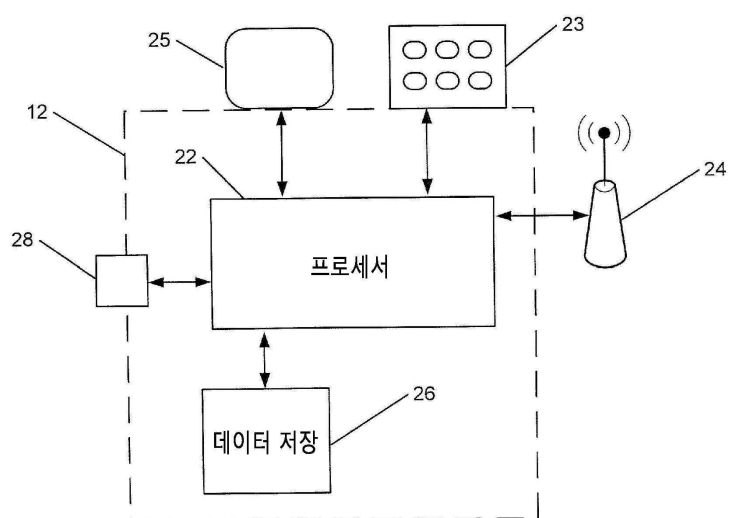
[0095] 진단은 장래의 액세스를 위해 저장될(saved or stored) 수 있다. 예를 들어, 진단 (또는 관련 데이터)은 서버, 휴대용 통신 디바이스와 통신하거나 자동 진단 시스템과 통신하거나, 자동 진단 시스템의 구성요소인 다른 디바이스와 통신하는 저장 디바이스에 저장될 수 있다. 상기 저장된 진단은 따라서 서버의 출력 디바이스, 휴대용 통신 디바이스의 출력 디바이스 또는 자동 진단 시스템에 액세스하는 다른 디바이스의 출력 디바이스에 액세스하는 사용자 (예컨대, 자동 진단 시스템의 가입자(subscriber))에게 나중에 액세스될 수 있다.

도면

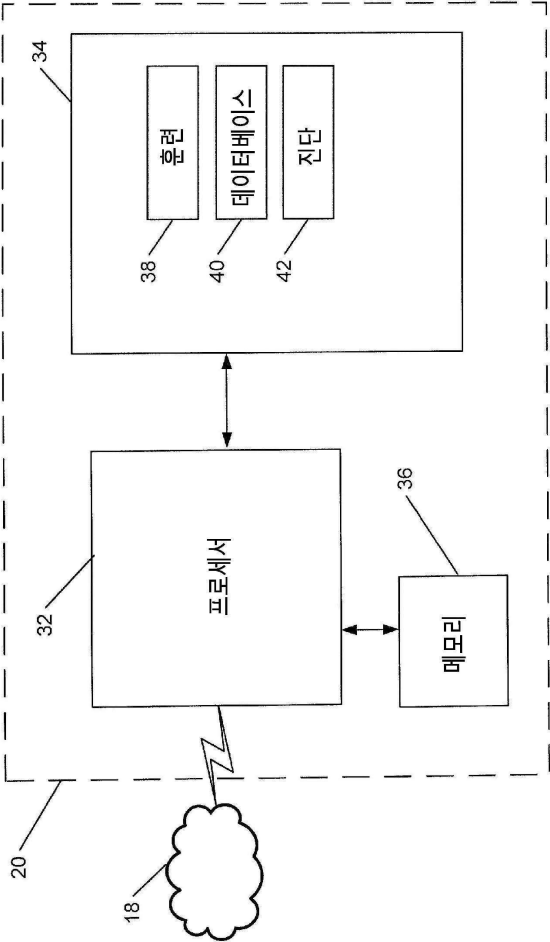
도면1



도면2



도면3



도면4

