



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월16일
(11) 등록번호 10-1318168
(24) 등록일자 2013년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04Q 9/02 (2006.01) B60W 50/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0138457
(22) 출원일자 2012년11월30일
심사청구일자 2012년11월30일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090010430 A*
KR1020090063575 A*
KR1020120004213 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
군산대학교산학협력단
진라북도 군산시 대학로 558 (미룡동,
군산대학교)
(72) 발명자
주영훈
서울특별시 서초구 서초4동 1301-6번지 래미안서
초스위트아파트 102-604
김진규
진라북도 정읍시 이평면 평령리 807
(74) 대리인
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 18 항

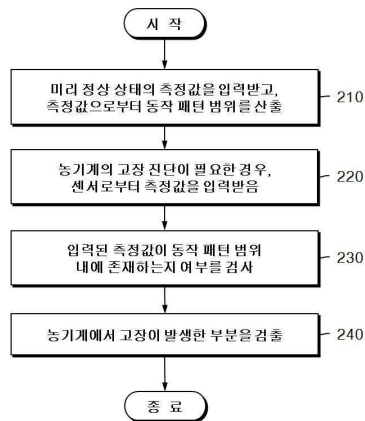
심사관 : 강철수

(54) 발명의 명칭 **농기계의 고장을 진단하는 장치 및 방법**

(57) 요약

농기계의 고장을 진단하는 장치 및 방법이 개시된다. 농기계의 고장을 진단하는 방법은, 농기계에 구비된 복수 개의 센서로부터 미리 정상 상태의 측정값을 입력받고, 입력된 측정값으로부터 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하며, 농기계의 고장 진단이 필요한 경우, 복수 개의 센서로부터 측정값을 입력받아 해당 측정값이 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하고, 검사 결과에 기초하여 농기계에서 고장이 발생한 부분을 검출한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

농기계의 고장을 진단하는 방법에 있어서,

상기 농기계에 구비된 복수 개의 센서로부터 미리 정상 상태의 측정값을 입력받고, 상기 입력된 측정값으로부터 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하는 단계;

상기 농기계의 고장 진단이 필요한 경우, 상기 복수 개의 센서로부터 측정값을 입력받는 단계;

상기 산출된 동작 패턴 범위에 기초하여 퍼지 분류기를 학습시키고, 상기 학습된 퍼지 분류기에 상기 입력된 측정값을 입력하며, 상기 센서를 통해 입력된 측정값의 이상 여부를 판단함으로써 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하는 단계; 및

상기 검사 결과에 기초하여 상기 농기계에서 고장이 발생한 부분을 검출하는 단계;를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는,

주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 이용하여 상기 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하여 저차원 벡터 공간에 저장하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는,

상기 측정값에 대응하는 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 산출하여 각 특징들과의 차를 산출하는 단계;

측정값 집합으로부터 공분산 행렬을 산출하고, 상기 공분산 행렬에 대한 고유치와 고유 벡터를 산출하는 단계;

평균 측정값이 감소된 측정값 집합을 상기 측정값의 고유 공간에 투영시키는 단계; 및

상기 투영된 측정값을 클러스터링을 이용하여 고유한 센서의 동작 패턴 범위를 결정하는 단계;를 포함하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 클러스터링은 다변량 분산분석법이며,

상기 결정된 동작 패턴 범위는 고장 검출을 위한 퍼지(fuzzy) 분류기의 학습 데이터로 입력되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 퍼지 분류기의 규칙은 고장이 발생하는 규칙에 기초하여 설계되며,

상기 퍼지 분류기의 멤버쉽 함수와 결론부 상수는 유전 알고리즘을 사용하여 동정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는, 소정 횟수 이상으로 반복적으로 수행됨으로써 상기 각각의 센서마다 특징 패턴 범위를 결정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 4 항, 제 6 항, 제 7 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 9

농기계의 고장을 진단하는 장치에 있어서,

상기 농기계에 구비되어 부품의 동작 상태를 감지하는 복수 개의 센서;

상기 농기계에 구비되어 상기 복수 개의 센서를 제어하고, 상기 센서로부터 측정된 측정값을 입력받는 전자 제어기;

상기 농기계에 구비되어 상기 전자 제어기로부터 입력된 측정값을 전달하는 통신부; 및

상기 통신부와 상호 작용하며, 입력된 측정값으로부터 상기 농기계의 고장 여부를 실시간으로 진단하는 단말기;를 포함하되,

상기 단말기는,

상기 통신부를 통해 상기 센서로부터 미리 정상 상태의 측정값을 입력받고, 상기 입력된 측정값으로부터 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하고, 상기 농기계의 고장 진단이 필요한 경우, 상기 복수 개의 센서로부터 측정값을 입력받아 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하며, 상기 검사 결과에 기초하여 상기 농기계에서 고장이 발생한 부분을 검출하되,

상기 산출된 동작 패턴 범위에 기초하여 퍼지 분류기를 학습시키고, 상기 학습된 퍼지 분류기에 상기 입력된 측정값을 입력하며, 상기 센서를 통해 입력된 측정값의 이상 여부를 판단함으로써, 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 단말기는,

상기 측정값에 대응하는 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 산출하여 각 특징들과의 차를 산출하고, 측정값 집합으로부터 공분산 행렬을 산출하고, 상기 공분산 행렬에 대한 고유치와 고유 벡터를 산출하고, 평균 측정값이 감소된 측정값 집합을 상기 측정값의 고유 공간에 투영시키며, 상기 투영된 측정값을 클러스터링을 이용하여 고유한 센서의 동작 패턴 범위를 결정함으로써, 상기 동작 패턴 범위를 산출하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 클러스터링은 다변량 분산분석법이며,

상기 결정된 동작 패턴 범위는 고장 검출을 위한 퍼지 분류기의 학습 데이터로 입력되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 퍼지 분류기의 규칙은 고장이 발생하는 규칙에 기초하여 설계되며,

상기 퍼지 분류기의 멤버십 함수와 결론부 상수는 유전 알고리즘을 사용하여 동정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 단말기는,

복수의 농기계에 대응하는 동작 패턴 범위 및 이에 기초하여 학습된 퍼지 분류기를 미리 저장하고,

상기 통신부를 통해 상기 전자 제어기로부터 상기 농기계의 식별 정보 및 센서 정보를 획득하고,

상기 획득된 농기계 식별 정보 및 센서 정보에 대응하는 동작 패턴 범위 및 퍼지 분류기를 독출함으로써 고장 진단을 수행하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 전자 제어기는 상기 농기계를 제어하는 펌웨어(firmware)를 저장하고,

상기 단말기는 상기 통신부를 통해 상기 펌웨어를 갱신하는 명령을 상기 전자 제어기에 전달하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 단말기는,

상기 통신부를 통해 상기 전자 제어기에 저장된 펌웨어의 버전을 확인하고,

상기 확인된 펌웨어의 버전을 최신 펌웨어의 버전과 비교하며,

비교 결과에 따라 상기 통신부를 통해 상기 단말기로부터 상기 전자 제어기로 최신 펌웨어를 선택적으로 전송하며,

상기 전자 제어기에 저장된 펌웨어를 상기 최신 펌웨어로 갱신하는 명령을 수행하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 단말기는,

상기 농기계에서 고장이 탐지된 부품과 연관된 펌웨어의 오류를 확인하고,

상기 통신부를 통해 상기 단말기로부터 상기 전자 제어기로 정상 펌웨어를 전송하며,

상기 오류가 확인된 펌웨어를 상기 정상 펌웨어로 갱신하는 명령을 수행하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18

제 9 항에 있어서,

상기 단말기는,

상기 센서를 통해 감지된 상기 농기계의 각 부품과 상기 농기계에서 고장이 탐지된 부품을 GUI(graphic user interface)를 통해 시각적으로 표시하는 디스플레이부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19

제 9 항에 있어서,

상기 통신부는,

무선 또는 유선 통신 수단 중 어느 하나로서,

상기 농기계에 구비된 전자 제어기와 고장 진단을 위한 상기 단말기를 연결하여 상호 작용시키는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20

제 9 항에 있어서,

상기 단말기는,

스마트폰, 노트북 PC, 태블릿 PC, PDA 또는 워크스테이션 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 농기계의 고장을 진단하는 기술에 관한 것으로, 특히 농기계에 구비된 센서를 이용하여 각 구성/부품의 동작을 감지한 측정값을 입력받고, 전자 제어기를 통해 이러한 측정값을 전달받아 분석함으로써 해당 농기계의 각 구성의 고장 여부를 진단할 수 있는 장치, 방법 및 그 방법을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 농기계와 같은 차량은 다양한 부품들로 구성되며, 특히 일반적인 승용 자동차와 달리 농기계는 그 활용 목적에 따라 다양한 구동 수단, 센서, 제어기가 수반되며, 이들 구성은 서로 일련의 규칙에 따라 목적으로 하는 동작을 수행한다. 농기계는 그 목적상 통상적인 승용 자동차보다 열악하고 거친 환경에 노출되며 사용되므로, 물리적인 외력에 의한 고장에 쉽게 노출이 될 수밖에 없다.

[0003] 이하에서 인용되는 특허문헌에는 일반적인 승용 차량에 관하여 차량을 구성하는 각 구성 요소를 제어하는 제어기를 소개하면서, 차량에 이상 징후/동작이 발생하는 경우, 고장 발생에 대한 코드를 검출하는 진단 장치 및 분석 수단에 관해 소개하고 있다.

[0004] 그러나, 이러한 승용 차량과는 달리, 농기계는 그 구성의 특수성으로 인해 기계적인 고장이 발생할 경우 전문가의 진단을 통해 고장을 확인하고 있는 실정이며, 전자적인 고장(전자 부품, 센서 및 센서 구동 회로부, 엔진 제어기 및 동작 제어 프로그램 등)이 발생할 경우 현장에 전문가가 직접 농기계를 점검하더라도 신뢰도 높은 고장 진단 내지 확인이 매우 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 10-2006-0042279, 현대자동차주식회사, 2006.05.12 공개.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예들이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 농기계가 갖는 구성의 특수성으로 인해 현장 전문가가 농기계의 전자적인 고장을 진단하는데 어려움을 겪는 한계를 극복하고, 고장 확인 및 수리를 위해 농기계에 구비된 전자 제어기를 전문 분석 기관에 가져와 다양한 측정 수단을 통해 동작값들을 측정하였음에도 그 오류 패턴을 확인한 사람의 경험칙에 의거하여 고장을 확인할 수밖에 없는 불편함을 해소하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 농기계의 고장을 진단하는 방법은, 상기 농

기계에 구비된 복수 개의 센서로부터 미리 정상 상태의 측정값을 입력받고, 상기 입력된 측정값으로부터 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하는 단계; 상기 농기계의 고장 진단이 필요한 경우, 상기 복수 개의 센서로부터 측정값을 입력받는 단계; 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하는 단계; 및 상기 검사 결과에 기초하여 상기 농기계에서 고장이 발생한 부분을 검출하는 단계;를 포함한다.

- [0008] 일 실시예에 따른 상기 진단 방법에서, 상기 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는, 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 이용하여 상기 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하여 저차원 벡터 공간에 저장할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 따른 상기 진단 방법에서, 상기 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는, 상기 측정값에 대응하는 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 산출하여 각 특징들과의 차를 산출하는 단계; 측정값 집합으로부터 공분산 행렬을 산출하고, 상기 공분산 행렬에 대한 고유치와 고유 벡터를 산출하는 단계; 평균 측정값이 감소된 측정값 집합을 상기 측정값의 고유 공간에 투영시키는 단계; 및 상기 투영된 측정값을 클러스터링을 이용하여 고유한 센서의 동작 패턴 범위를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따른 상기 진단 방법에서, 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하는 단계는, 상기 산출된 동작 패턴 범위에 기초하여 퍼지 분류기를 학습시키는 단계; 및 상기 학습된 퍼지 분류기에 상기 입력된 측정값을 입력함으로써 상기 센서를 통해 입력된 측정값의 이상 여부를 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따른 상기 진단 방법에서, 상기 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는, 소정 횟수 이상으로 반복적으로 수행됨으로써 상기 각각의 센서마다 특징 패턴 범위를 결정할 수 있다.
- [0012] 한편, 이하에서는 상기 기재된 농기계의 고장을 진단하는 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.
- [0013] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 농기계의 고장을 진단하는 장치는, 상기 농기계에 구비되어 부품의 동작 상태를 감지하는 복수 개의 센서; 상기 농기계에 구비되어 상기 복수 개의 센서를 제어하고, 상기 센서로부터 측정된 측정값을 입력받는 전자 제어기; 상기 농기계에 구비되어 상기 전자 제어기로부터 입력된 측정값을 전달하는 통신부; 및 상기 통신부와 상호 작용하며, 입력된 측정값으로부터 상기 농기계의 고장 여부를 실시간으로 진단하는 단말기;를 포함하되, 상기 단말기는, 상기 통신부를 통해 상기 센서로부터 미리 정상 상태의 측정값을 입력받고, 상기 입력된 측정값으로부터 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하고, 상기 농기계의 고장 진단이 필요한 경우, 상기 복수 개의 센서로부터 측정값을 입력받아 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하며, 상기 검사 결과에 기초하여 상기 농기계에서 고장이 발생한 부분을 검출한다.
- [0014] 일 실시예에 따른 상기 진단 장치에서, 상기 단말기는, 상기 측정값에 대응하는 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 산출하여 각 특징들과의 차를 산출하고, 측정값 집합으로부터 공분산 행렬을 산출하고, 상기 공분산 행렬에 대한 고유치와 고유 벡터를 산출하고, 평균 측정값이 감소된 측정값 집합을 상기 측정값의 고유 공간에 투영시키며, 상기 투영된 측정값을 클러스터링을 이용하여 고유한 센서의 동작 패턴 범위를 결정함으로써, 상기 동작 패턴 범위를 산출할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 따른 상기 진단 장치에서, 상기 단말기는, 상기 산출된 동작 패턴 범위에 기초하여 퍼지 분류기를 학습시키고, 상기 학습된 퍼지 분류기에 상기 입력된 측정값을 입력하며, 상기 센서를 통해 입력된 측정값의 이상 여부를 판단함으로써, 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 따른 상기 진단 장치에서, 상기 단말기는, 복수의 농기계에 대응하는 동작 패턴 범위 및 이에 기초하여 학습된 퍼지 분류기를 미리 저장하고, 상기 통신부를 통해 상기 전자 제어기로부터 상기 농기계의 식별 정보 및 센서 정보를 획득하고, 상기 획득된 농기계 식별 정보 및 센서 정보에 대응하는 동작 패턴 범위 및 퍼지 분류기를 독출함으로써 고장 진단을 수행할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 따른 상기 진단 장치에서, 상기 전자 제어기는 상기 농기계를 제어하는 펌웨어(firmware)를 저장하고, 상기 단말기는 상기 통신부를 통해 상기 펌웨어를 갱신하는 명령을 상기 전자 제어기에 전달할 수 있다.
- [0018] 또한, 일 실시예에 따른 상기 진단 장치의 단말기는, 상기 통신부를 통해 상기 전자 제어기에 저장된 펌웨어의 버전을 확인하고, 상기 확인된 펌웨어의 버전을 최신 펌웨어의 버전과 비교하며, 비교 결과에 따라 상기 통신부

를 통해 상기 단말기로부터 상기 전자 제어기로 최신 펌웨어를 선택적으로 전송하며, 상기 전자 제어기에 저장된 펌웨어를 상기 최신 펌웨어로 갱신하는 명령을 수행할 수 있다.

[0019] 또한, 일 실시예에 따른 상기 진단 장치의 단말기는, 상기 농기계에서 고장이 탐지된 부품과 연관된 펌웨어의 오류를 확인하고, 상기 통신부를 통해 상기 단말기로부터 상기 전자 제어기로 정상 펌웨어를 전송하며, 상기 오류가 확인된 펌웨어를 상기 정상 펌웨어로 갱신하는 명령을 수행할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 따른 상기 진단 장치에서, 상기 단말기는, 상기 센서를 통해 감지된 상기 농기계의 각 부품과 상기 농기계에서 고장이 탐지된 부품을 GUI(graphic user interface)를 통해 시각적으로 표시하는 디스플레이부;를 더 포함할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 따른 상기 진단 장치에서, 상기 통신부는, 무선 또는 유선 통신 수단 중 어느 하나로서, 상기 농기계에 구비된 전자 제어기와 고장 진단을 위한 상기 단말기를 연결하여 상호 작용시킬 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 실시예들은 미리 정상 상태의 측정값을 입력받아 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하고 이에 기초하여 농기계의 고장 진단을 수행함으로써, 현장 전문가가 자동화된 고장 진단 수단을 통해 농기계의 전자적인 고장을 진단할 수 있으며, 고장 확인 및 수리를 위해 농기계에 구비된 전자 제어기를 전문 분석 기관으로 가져가거나 경험이 많은 전문가의 분석 없이도 실시간으로 현장에서 동작 패턴에 기반한 고장 진단 수단을 통해 자동화된 고장 진단 및 펌웨어 갱신을 통한 수리가 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 농기계에서 고장이 발생하는 경우 본 발명의 실시예들이 수행하는 기본적인 고장 진단 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 농기계의 고장을 진단하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 농기계의 고장을 진단하는 장치를 도시한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 고장 진단 장치에서 펌웨어를 갱신하는 과정을 설명하기 위한 블록도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 개발된 소프트웨어 프로토타입을 탑재한 단말기를 통해 농기계의 고장을 진단하는 과정을 예시하고 있는 도면이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따라 개발된 소프트웨어 프로토타입을 탑재한 단말기를 통해 농기계의 펌웨어를 갱신하는 과정을 예시하고 있는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 개요를 소개한 후, 그에 따른 실시예들을 구체적으로 기술한다.

[0025] 도 1은 농기계에서 고장이 발생하는 경우 본 발명의 실시예들이 수행하는 기본적인 고장 진단 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0026] 트랙터, 콤파인 또는 이양기와 같은 농기계가 고장이 발생한 경우, 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 단말기는 해당 농기계에 구비된 통신부를 통해 농기계 전자 제어기로부터 다양한 측정값들을 수신한다. 이에 앞서, 단말기는 사전에 정상 상태의 농기계로부터 농기계의 각 부품별로 센서를 통해 동작 범위에 대한 값들을 측정하고, 이를 토대로 정상적인 동작 패턴 범위를 결정해야만 한다. 일단 사전 작업을 통해 정상적인 동작 패턴 범위가 결정되었다면, 농기계에 이상 징후가 발생한 경우, 언제든지 단말기를 연결하여 측정값들을 수신하고, 이로부터 해당 농기계의 고장 여부를 진단할 수 있다.

[0027] 특히, 이러한 단말기는 농기계의 제조사로부터 정상 상태의 각 부품별(센서의 측정 대상에 대응된다.)로 동작 패턴 범위에 대한 측정값들을 제공받을 수 있으며, 하나의 단말기 내에 다양한 제조사와 각 제조사의 생산 제품(농기계)에 대한 패턴 값들을 저장할 수 있다. 즉, 농기계 고장 진단을 위한 단말기는 농기계에 연결시 해당 농기계가 어떤 제조사의 어떤 제품인지를 식별한 후, 이에 적합한 동작 패턴 범위를 독출하여 고장 진단을 수행할 수 있다.

- [0028] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 농기계의 고장을 진단하는 방법을 도시한 흐름도로서, 다음과 같은 단계들을 포함한다.
- [0029] 210 단계에서는, 농기계에 구비된 복수 개의 센서로부터 미리 정상 상태의 측정값을 입력받고, 상기 입력된 측정값으로부터 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출한다. 이 때, 상기 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는, 주 성분 분석(principal component analysis, PCA)을 이용하여 상기 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하여 저차원 벡터 공간에 저장하는 것이 바람직하다.
- [0030] 본 발명의 실시예들은 농기계의 전자 제어기(예를 들어, MCU(micro control unit)가 될 수 있다.)로부터 데이터를 전송받아 고장 유무 데이터를 처리하는 알고리즘을 채택하고 있다. 이러한 전자 제어기로부터 입력되는 데이터는 비트(bit) 단위의 데이터로 이는 농기계에 구비된 부품마다 대응되는 각각의 센서로부터 측정되어 전송된다.
- [0031] 최초 고장 진단을 위해서 주 성분 분석 기법을 사용한다. 주 성분 분석 기법을 이용하여 각 센서의 동작 패턴 범위를 저차원 벡터 공간에 생성하게 되는데, 이는 고장 데이터가 발생시 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 빠르게 판별할 수 있을 뿐만 아니라, 유동적인 센서 데이터를 효율적으로 관리하기 위함이다.
- [0032] 또한, 이러한 사전 측정 과정(일종의 선행 학습 과정으로 이해될 수 있다.)은 한번에 하나의 센서 데이터 값을 계산할 수 있으므로, 이후 동일한 과정을 반복함으로써 각각의 센서 데이터들의 고유의 동작 패턴 범위를 추출할 수 있다. 특히, 이상의 동작 패턴 범위를 산출하는 단계는, 일정한 횟수 이상으로 반복적으로 수행됨으로써 각각의 센서마다 특징 패턴 범위를 신뢰도 높은 값으로서 결정하는 것이 가능하다.
- [0033] 먼저 센서의 측정값의 고유 공간을 계산하기 위해서 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 구하여 각 특징들과의 차를 구한다. 평균 센서 데이터 C 와 센서 데이터 집합 X 는 다음의 수학적 1 및 수학적 2와 같이 정의된다.

수학적 1

[0034]
$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N z_i$$

[0035] 수학적 1에서 N은 입력값의 총 개수, Z_i 는 순차적으로 입력되는 센서 데이터를 나타낸다.

수학적 2

[0036]
$$X = [z_1 - c, z_2 - c, z_3 - c, \dots, z_N - c]^T$$

[0037] 고유 공간을 구하기 위해서는 M*N의 크기를 지닌 센서 데이터 집합 X 를 다음의 수학적 3와 같이 계산하고, 수학적 4를 만족하는 고유 벡터를 구하면 된다. 즉, 공분산 행렬 Q 에 대한 고유치 λ 와 고유벡터 e 를 구한다.

수학적 3

[0038]
$$Q = XX^T$$

수학식 4

[0039] $\lambda_i e_i = Q e_i$

[0040] 고유치 분해를 위하여 특이치 분해를 이용한다. 얻어진 고유 공간에 평균 센서 데이터 C 에서 n 센서 데이터 집합 X 를 모두 다음의 수학식 5를 이용하여 투영시킨다.

수학식 5

[0041] $m_i = [e_1, e_2, e_3, \dots, e_k]^T$

[0042] 수학식 5에서 m_i 는 i 번째 센서의 각 패턴들의 집합을 나타낸다.

[0043] 수학식 5를 통해 투영된 입력된 센서 데이터는 클러스터링 방법인 다변량 분산 분석법을 이용하여 고유한 센서의 동작 패턴 범위를 정의할 수 있다. 여기서 얻어진 데이터는 고장 검출을 위한 퍼지 분류기의 학습데이터로 이용된다.

[0044] 요약하건대, 이상의 210 단계를 통해 동작 패턴 범위를 산출하는 과정은, 상기 측정값에 대응하는 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 산출하여 각 특징들과의 차를 산출하고, 측정값 집합으로부터 공분산 행렬을 산출하고, 상기 공분산 행렬에 대한 고유치와 고유 벡터를 산출하고, 평균 측정값이 감소된 측정값 집합을 상기 측정값의 고유 공간에 투영시키며, 상기 투영된 측정값을 클러스터링을 이용하여 고유한 센서의 동작 패턴 범위를 결정함으로써 수행된다. 여기서, 상기 클러스터링은 다변량 분산분석법이며, 상기 결정된 동작 패턴 범위는 이후 고장 검출을 위한 퍼지(fuzzy) 분류기의 학습 데이터로 입력된다.

[0045] 이상과 같은 일련의 과정을 통해 각각의 센서마다 특징 패턴 범위가 결정되며, 이는 퍼지 분류기의 학습을 위한 선행 과정으로 이해될 수 있다.

[0046] 220 단계에서는, 농기계의 고장 진단이 필요한 경우, 복수 개의 센서로부터 측정값을 입력받는다. 이러한 농기계는 현재 고장이 발생한 경우가 될 수 있고, 또는 고장 징후가 발견되는 경우도 될 수 있다. 앞서 210 단계를 통해 정상 상태의 농기계의 동작 패턴 범위가 추출되었으므로, 비록 심각한 고장 상태가 아닌 농기계일지라도 센서로부터의 측정값을 통해 고장 범위에 근접하였는지, 고장 직전의 상태에 있는지 등의 상태를 검출할 수 있다.

[0047] 230 단계에서는, 상기 220 단계를 통해 입력된 측정값이 상기 210 단계를 통해 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사한다. 본 발명의 일 실시예에 따라 고장 검출을 분류하기 위하여 퍼지 분류기를 이용한 방법을 사용할 수 있다.

[0048] 고장 검출을 위한 퍼지 분류기는 다음과 같이 수학식 6과 같은 규칙들로 나타낼 수 있다.

수학식 6

[0049] $R_i: \text{IF } e_1 \text{ is } M_{i1} \text{ and } \dots \text{ and } e_n \text{ is } M_{in}, 1 < i < k$
 THEN $g_i(e) = d_i$

[0050] 여기서, e_1 은 특징 벡터들의 입력 벡터, 즉 각 센서로부터 입력되는 패턴값을 나타내며, M_{ij} 는 미리 학

습된 센서의 패턴 범위값으로서 i 번째 규칙의 j 번째 가우시안 멤버십 함수를 나타낸다. $g_i(e)$ 는 입력된 패

턴값과 미리 결정된 패턴값의 차이로서 i 번째 규칙의 결론부 변수이며, d_i 는 입력된 패턴값과 학습된 패턴값의 비교 결과로서 i 번째 규칙의 결론부 상수를 나타낸다. 그리고, k 는 퍼지 규칙의 수를 나타낸다. 여기서 퍼지 규칙의 수는 고장 여부를 판별할 수 있는 규칙으로서 규칙의 수는 제한적이지 않다. 최종 퍼지 분류기의 출력식은 다음의 수학적 식 7과 같다.

수학적 식 7

$$G(e) = \frac{\sum_{i=1}^l h_i(e) d_i}{\sum_{i=1}^l h_i(e)}, \quad h_i(e) = \prod_{j=1}^n \mu_{M_{ij}}(e_j)$$

[0051]

$h_i(e)$ 는 입력된 패턴값에 따른 고장 여부를 판별할 수 있는 정도를 나타내는 값으로서 전건부 발화 정도를 의미하고, d_i 는 고장 여부를 판별할 수 있는 규칙으로서 퍼지 규칙의 수를 나타낸다. 최종적으로 조건부의 멤버십 함수와 결론부 상수는 유전 알고리즘을 사용하여 동정한다.

[0052]

요약하건대, 이상의 220 단계를 통해 입력된 측정값이 상기 210 단계를 통해 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하는 과정은, 상기 산출된 동작 패턴 범위에 기초하여 퍼지 분류기를 학습시키고, 상기 학습된 퍼지 분류기에 상기 입력된 측정값을 입력함으로써 상기 센서를 통해 입력된 측정값의 이상 여부를 판단함으로써 수행될 수 있다. 여기서, 상기 퍼지 분류기의 규칙은 고장이 발생하는 규칙에 기초하여 설계되며, 상기 퍼지 분류기의 멤버십 함수와 결론부 상수는 유전 알고리즘을 사용하여 동정할 수 있다.

[0053]

마지막으로 240 단계에서는, 상기 230 단계의 검사 결과에 기초하여 상기 농기계에서 고장이 발생한 부분을 검출한다. 즉, 이상과 같은 일련의 과정을 통해 최종적으로 학습된 센서 데이터 기반의 퍼지 분류기를 통해 실시간으로 입력되는 센서 데이터들로부터 고장 검출이 가능하다.

[0054]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 농기계의 고장을 진단하는 장치를 도시한 블록도로서, 크게 농기계(10)와 고장 진단을 위한 단말기(20)로 구성된다. 이러한 농기계(10)는 다시 복수 개의 센서(11), 전자 제어기(13), 및 통신부(15)를 포함한다. 각 구성의 역할 및 기능은 앞서 도 2를 통해 기술된 고장 진단 방법의 각 과정에 대응되므로, 여기서는 장치적 구성을 중심으로 그 동작을 요약하되, 설명의 중복을 피하기 위해 구체적인 연산 과정은 생략하도록 한다.

[0055]

복수 개의 센서(11)는, 농기계(10)에 구비되어 부품의 동작 상태를 감지한다.

[0056]

전자 제어기(13)는, 농기계(10)에 구비되어 상기 복수 개의 센서(11)를 제어하고, 상기 센서로부터 측정된 측정값을 입력받는다.

[0057]

통신부(15)는, 상기 농기계(10)에 구비되어 상기 전자 제어기(13)로부터 입력된 측정값을 전달한다. 물론, 통신부(15)는 단말기와의 상호 작용을 통해 단말기로부터의 각종 데이터 및 명령을 수신할 수도 있다.

[0058]

단말기(20)는, 상기 농기계(10)의 통신부(15)와 상호 작용하며, 입력된 측정값으로부터 상기 농기계(10)의 고장 여부를 실시간으로 진단한다. 이때, 상기 단말기(20)는, 상기 통신부(15)를 통해 상기 센서(11)로부터 미리 정상 상태의 측정값을 입력받고, 상기 입력된 측정값으로부터 각각의 센서(11)마다 동작 패턴 범위를 산출하고, 상기 농기계(10)의 고장 진단이 필요한 경우, 상기 복수 개의 센서(11)로부터 측정값을 입력받아 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사하며, 상기 검사 결과에 기초하여 상기 농기계(10)에서 고장이 발생한 부분을 검출한다.

[0059]

- [0060] 또한, 상기 단말기(20)는, 상기 측정값에 대응하는 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 산출하여 각 특징들과의 차를 산출하고, 측정값 집합으로부터 공분산 행렬을 산출하고, 상기 공분산 행렬에 대한 고유치와 고유 벡터를 산출하고, 평균 측정값이 감소된 측정값 집합을 상기 측정값의 고유 공간에 투영시키며, 상기 투영된 측정값을 클러스터링을 이용하여 고유한 센서의 동작 패턴 범위를 결정함으로써, 상기 동작 패턴 범위를 산출할 수 있다. 여기서, 상기 클러스터링은 다변량 분산분석법이며, 상기 결정된 동작 패턴 범위는 고장 검출을 위한 퍼지 분류기의 학습 데이터로 입력될 수 있다.
- [0061] 또한, 상기 단말기(20)는, 상기 산출된 동작 패턴 범위에 기초하여 퍼지 분류기를 학습시키고, 상기 학습된 퍼지 분류기에 상기 입력된 측정값을 입력하며, 상기 센서를 통해 입력된 측정값의 이상 여부를 판단함으로써, 상기 입력된 측정값이 상기 산출된 동작 패턴 범위 내에 존재하는지 여부를 검사할 수 있다. 여기서, 상기 퍼지 분류기의 규칙은 고장이 발생하는 규칙에 기초하여 설계되며, 상기 퍼지 분류기의 멤버십 함수와 결론부 상수는 유전 알고리즘을 사용하여 동정할 수 있다.
- [0062] 한편, 상기 농기계(10)의 통신부(15)는, 무선 또는 유선 통신 수단 중 어느 하나로서, 상기 농기계(10)에 구비된 전자 제어기(13)와 고장 진단을 위한 상기 단말기(20)를 연결하여 상호 작용시키는 역할을 수행한다. 이를 위해, 상기 단말기(20)는, 스마트폰, 노트북 PC, 태블릿 PC, PDA 또는 워크스테이션 등과 같은 다양한 기기로서 구현될 수 있으며, 실제 작업 환경에서의 활용을 고려할 때, 휴대가 용이한 단말 장치로서 제작되는 것이 바람직하다.
- [0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 고장 진단 장치에서 펌웨어를 갱신하는 과정을 설명하기 위한 블록도로서, 도 3의 고장 진단 장치에서 전자 제어기(13) 및 단말기(20) 내에 저장되는 추가적인 구성을 소개하고 있다. 따라서, 도 4에서는 도 3과 차별적인 구성을 중심으로 그 기능을 기술하도록 한다.
- [0064] 도 4의 단말기(20)는, 복수의 농기계에 대응하는 동작 패턴 범위 및 이에 기초하여 학습된 퍼지 분류기를 미리 저장하고, 상기 통신부(15)를 통해 상기 전자 제어기(13)로부터 농기계(10)의 식별 정보 및 센서 정보를 획득하고, 상기 획득된 농기계 식별 정보 및 센서 정보에 대응하는 동작 패턴 범위 및 퍼지 분류기를 독출함으로써 고장 진단을 수행할 수 있다. 즉, 단말기(20)는 다양한 제조사의 다양한 농기계에 적용될 수 있는 범용적인 고장 진단 장치로서 활용될 수 있다.
- [0065] 또한, 전자 제어기(13)는 농기계(10)를 제어하는 펌웨어(firmware)(14)를 저장할 수 있다. 따라서, 단말기(20)는 상기 통신부(15)를 통해 상기 펌웨어(14)를 새로운 펌웨어(24)로 갱신하는 명령을 상기 전자 제어기(13)에 전달함으로써 원격 펌웨어 업그레이드가 가능하다.
- [0066] 다른 실시예에 있어서, 상기 단말기(20)는, 상기 통신부(15)를 통해 상기 전자 제어기(13)에 저장된 펌웨어(14)의 버전을 확인하고, 상기 확인된 펌웨어(14)의 버전을 최신 펌웨어(24)의 버전과 비교하며, 비교 결과에 따라 상기 통신부(15)를 통해 상기 단말기(20)로부터 상기 전자 제어기(13)로 최신 펌웨어를 선택적으로 전송할 수 있다. 그런 다음, 상기 전자 제어기(13)에 저장된 종래의 펌웨어(14)를 상기 전송된 최신 펌웨어(24)로 갱신하는 명령을 수행할 수 있다.
- [0067] 또 다른 실시예에 있어서, 상기 단말기(20)는, 상기 농기계(10)에서 고장이 탐지된 부품과 연관된 펌웨어(14)의 오류를 확인하고, 상기 통신부(15)를 통해 상기 단말기(20)로부터 상기 전자 제어기(13)로 정상 펌웨어(24)를 전송하며, 상기 오류가 확인된 펌웨어(14)를 상기 정상 펌웨어(24)로 갱신하는 명령을 수행함으로써 고장을 치유할 수 있다.
- [0068] 나아가, 상기 단말기(20)는, 상기 센서(11)를 통해 감지된 상기 농기계(10)의 각 부품과 상기 농기계(10)에서 고장이 탐지된 부품을 GUI(graphic user interface)를 통해 시각적으로 표시하는 디스플레이부(26)를 더 포함함으로써 사용자로 하여금 보다 용이한 고장 부품의 식별을 가능하게 한다.
- [0069] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 개발된 소프트웨어 프로토타입을 탑재한 단말기를 통해 농기계의 고장을 진단하는 과정을 순차적으로 예시하고 있는 도면이다.
- [0070] 도 5의 [A]는 개발된 프로토타입 소프트웨어에서 사용자가 고장 진단을 위한 단말기의 컨트롤러 및 동작 모드를 체크하는 과정을 예시하고 있다. 화면 상에서 농기계의 종류가 콤바인이고, 진단 모드와 통신 속도가 더불어 표시되고 있음을 확인할 수 있다.
- [0071] 도 5의 [B]는 고장 진단을 위한 단말기의 통신을 설정하는 과정을 예시하고 있다. 통신 포트 번호와 통신 속도를 설정하는 모습이 화면 상에 표시되고 있다.

- [0072] 도 5의 [C]는 고장 진단을 위한 단말기의 전자 제어기와 데이터 송/수신 준비 및 명령 전달 과정을 예시하고 있다. 농기계의 MCU와 데이터 송/수신 준비가 완료되었으며, 센서를 이용해 농기계의 MCU로부터 진단 데이터를 수신하고자 하는 명령을 수행하게 된다.
- [0073] 도 5의 [D]는 전자 제어기로부터 수신된 고장 진단 데이터 표시하는 화면을 예시하고 있다. 수신된 측정값들은 특정 패턴으로 나타나게 되며, 앞서 도 2를 통해 설명한 바와 같이, 미리 저장된 정상 동작 패턴과의 비교를 통해 고장 패턴을 자동으로 감지하게 된다.
- [0074] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따라 개발된 소프트웨어 프로토타입을 탑재한 단말기를 통해 농기계의 펌웨어를 갱신하는 과정을 예시하고 있는 도면이다.
- [0075] 도 6의 [A]는 펌웨어 업데이트 프로그램의 파일을 선택 열고 있는 모습을 예시하고 있다. 이에 앞서 본 단말기에서는 농기계의 MCU에 탑재된 펌웨어가 노후된 펌웨어이거나 또는 고장에 의해 펌웨어 자체에 오류가 발견되었음을 확인하였다고 가정하자.
- [0076] 도 6의 [B]는 컨트롤러 업데이트를 위한 HEX 파일을 선택하는 모습을 예시하고 있다.
- [0077] 도 6의 [C]는 송신(SEND) 버튼을 선택하여 업데이트 프로그램을 단말기로부터 농기계의 MCU에 다운로드하기 위한 조작 과정을 예시하고 있다.
- [0078] 도 6의 [D]는 농기계 MCU에 다운로드하고 있는 과정을 예시하고 있다. 이렇게 다운로드되면, 펌웨어 설치 명령을 통해 농기계 내의 MCU에서 펌웨어 업그레이드가 수행될 수 있다.
- [0079] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 미리 정상 상태의 측정값을 입력받아 각각의 센서마다 동작 패턴 범위를 산출하고 이에 기초하여 농기계의 고장 진단을 수행함으로써, 현장 전문가가 자동화된 고장 진단 수단을 통해 농기계의 전자적인 고장을 진단할 수 있으며, 고장 확인 및 수리를 위해 농기계에 구비된 전자 제어기를 전문 분석 기관으로 가져가거나 경험이 많은 전문가의 분석 없이도 실시간으로 현장에서 동작 패턴에 기반한 고장 진단 수단을 통해 자동화된 고장 진단 및 펌웨어 갱신을 통한 수리가 가능하다.
- [0080] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.
- [0081] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.
- [0082] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

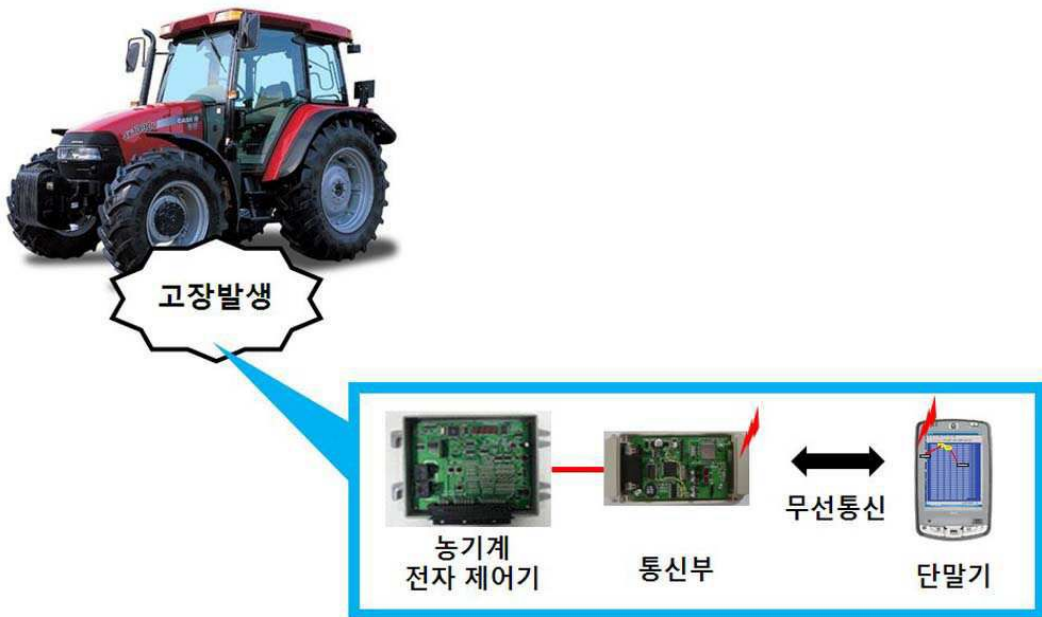
부호의 설명

- [0083] 10 : 농기계
- 11 : 센서
- 14 : 펌웨어
- 20 : 단말기
- 22 : 퍼지 분류기
- 26 : 디스플레이부

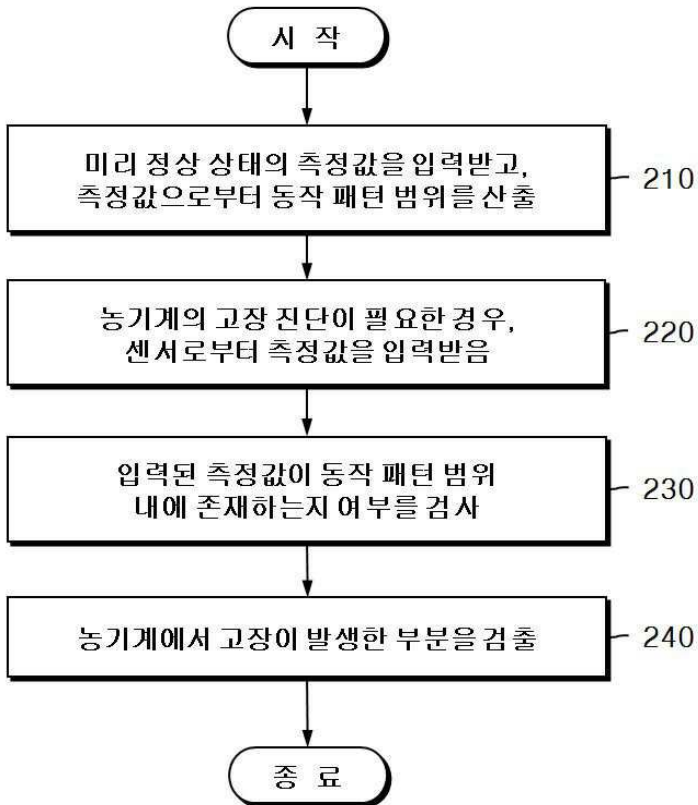
- 13 : 전자 제어기
- 15 : 통신부
- 24 : 펌웨어

도면

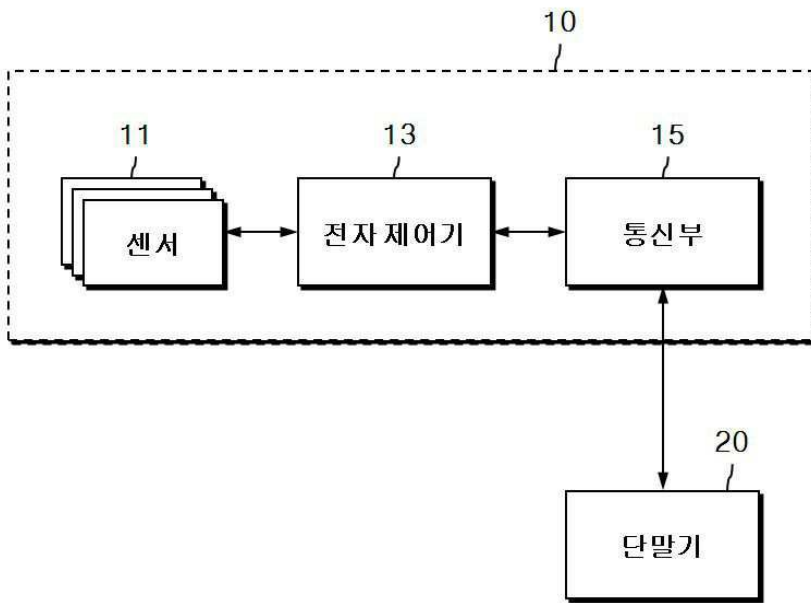
도면1



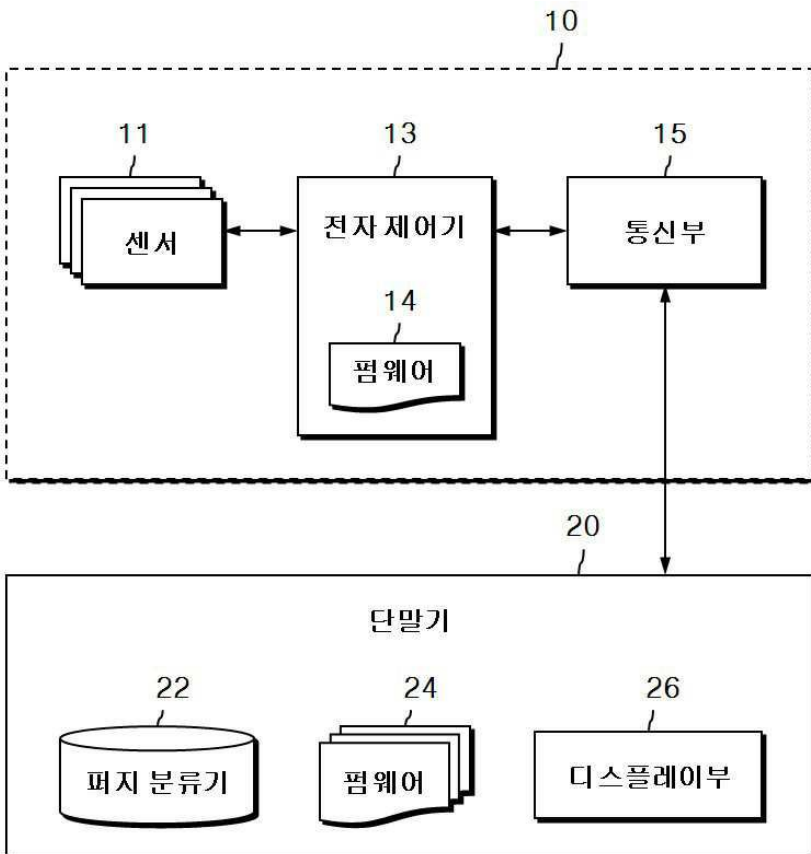
도면2



도면3



도면4



도면5



[A]



[B]



[C]



[D]

도면6



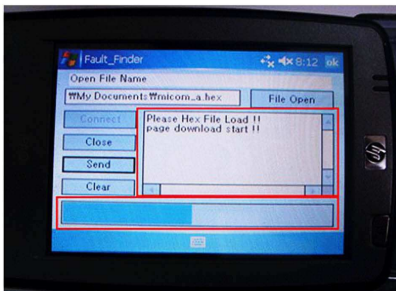
[A]



[B]



[C]



[D]