(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0153071
(43) 공개일자 2024년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/367 (2019.01) *G01K 1/02* (2021.01)
G01R 19/165 (2006.01) *G01R 31/36* (2019.01)
G01R 31/385 (2019.01) *G01R 31/396* (2019.01)
G06N 20/00 (2019.01) *G06N 3/08* (2023.01)
H01M 10/48 (2021.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/367 (2019.01)
G01K 1/02 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2023-0049284
(22) 출원일자 2023년04월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김종훈
대전광역시 유성구 대학로 99
한동호
대전광역시 유성구 대학로 99
이미영
대전광역시 유성구 대학로 99
(74) 대리인
(유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

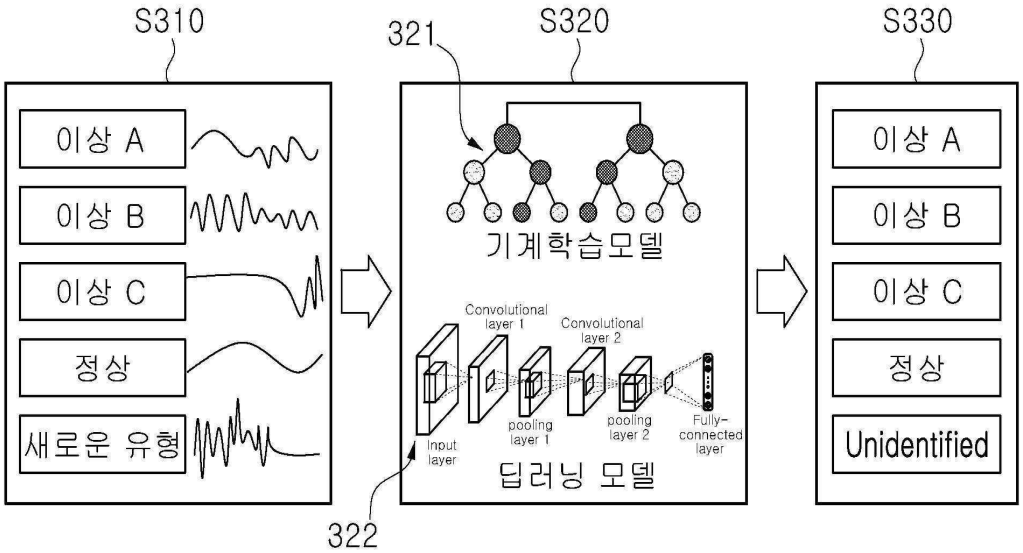
(54) 발명의 명칭 **배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템 및 방법**

(57) 요 약

BMS(Battery management system) 데이터에서 제공하는 전압/전류/온도 등의 원본 신호 데이터를 기반으로 패턴화 및 라벨링하여 배터리 작동 데이터 기반 실시간 배터리가 운영되고 있는 환경 정보를 사용자에게 안내하는 시스템이 제공된다.

상기 시스템은, 배터리, 상기 배터리를 센싱하여 배터리 작동 데이터를 생성하는 배터리 관리 장치, 및 상기 배터리 작동 데이터를 이용하여 상기 배터리의 운영 환경 정보를 생성하는 데이터 처리 장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G01R 19/16576 (2013.01)
G01R 31/3648 (2013.01)
G01R 31/385 (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01)
G06N 20/00 (2021.08)
G06N 3/08 (2023.01)
H01M 10/486 (2023.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

배터리(110);

상기 배터리(110)를 센싱하여 배터리 작동 데이터를 생성하는 배터리 관리 장치(120); 및

상기 배터리 작동 데이터를 이용하여 상기 배터리(110)의 운영 환경 정보를 생성하는 데이터 처리 장치(130);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 데이터 처리 장치(130)는,

상기 배터리 작동 데이터를 수집하는 수집부(220);

상기 수집된 배터리 작동 데이터를 이용하여 하나의 원본 시계열 패턴을 산출하고, 상기 시계열 패턴을 학습 알고리즘에 적용하여 특징 패턴을 추출하고, 상기 추출된 특징 패턴에 라벨링을 수행하여 하나의 변경 시계열 패턴을 산출하는 분석부(230); 및

하나의 상기 변경 시계열 패턴을 분류하고, 상기 분류 결과를 통해 운용 환경 정보를 생성하는 분류부(240);를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

하나의 상기 시계열 패턴은 상기 배터리 작동 데이터 중 전압과 온도의 관계 또는 전류와 온도의 관계를 통해 산출되는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 분석부(230)는 상기 시계열 패턴으로부터 원본 시계열 데이터를 이미지 데이터로 압축 및 변환하여 상기 학습 알고리즘에 입력하여 상기 특징 패턴을 추출하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 분석부(230)는 상기 라벨링이후, 상기 이미지 데이터로부터 변경 시계열 데이터로 변환하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 원본 시계열 데이터 및 상기 변경 시계열 데이터는 1차원(1D) 데이터이고, 상기 이미지 데이터는 2차원(2D) 데이터인 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 특징 패턴은 전압(V) 곡선과 온도(℃)곡선의 관계를 통해 전압이 미리 설정되는 정상범위를 벗어나는 온도의 변곡점이거나, 전류(I) 곡선과 온도(℃) 곡선의 관계를 통해 전류가 미리 설정되는 정상범위를 벗어나는 온도의 변곡점인 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 배터리 작동 데이터는 전압과 온도의 비율(T/V) 또는 전류와 온도의 비율(T/I)로 전처리되는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템.

청구항 9

(a) 배터리 관리 장치(120)가 배터리(110)를 센싱하여 배터리 작동 데이터를 생성하는 단계; 및

(b) 데이터 처리 장치(130)가 상기 배터리 작동 데이터를 이용하여 상기 배터리(110)의 운영 환경 정보를 생성하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(b-1) 수집부(220)가 상기 배터리 작동 데이터를 수집하는 단계;

(b-2) 분석부(230)가 상기 수집된 배터리 작동 데이터를 이용하여 하나의 원본 시계열 패턴을 산출하고, 상기 시계열 패턴을 학습 알고리즘에 적용하여 특징 패턴을 추출하고, 상기 추출된 특징 패턴에 라벨링을 수행하여 하나의 변경 시계열 패턴을 산출하는 단계; 및

(b-3) 분류부(240)가 하나의 상기 변경 시계열 패턴을 분류하고, 상기 분류 결과를 통해 운용 환경 정보를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

하나의 상기 시계열 패턴은 상기 배터리 작동 데이터 중 전압과 온도의 관계 또는 전류와 온도의 관계를 통해 산출되는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 (b-2) 단계는,

상기 분석부(230)가 상기 시계열 패턴으로부터 원본 시계열 데이터를 이미지 데이터로 압축 및 변환하는 단계; 및

상기 분석부(230)가 상기 학습 알고리즘에 입력하여 상기 특징 패턴을 추출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 (b-2) 단계는,

상기 라벨링이후, 상기 분석부(230)가 상기 이미지 데이터로부터 변경 시계열 데이터로 변환하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 원본 시계열 데이터 및 상기 변경 시계열 데이터는 1차원(1D) 데이터이고, 상기 이미지 데이터는 2차원(2D) 데이터인 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 특징 패턴은 전압(V) 곡선과 온도(℃)곡선의 관계를 통해 전압이 미리 설정되는 정상범위를 벗어나는 온도의 변곡점이거나, 전류(I) 곡선과 온도(℃) 곡선의 관계를 통해 전류가 미리 설정되는 정상범위를 벗어나는 온도의 변곡점인 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 배터리 작동 데이터는 전압과 온도의 비율(T/V) 또는 전류와 온도의 비율(T/I)로 전처리되는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법.

청구항 17

배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 있어서,

상기 방법은,

(a) 배터리 관리 장치(120)가 배터리(110)를 센싱하여 배터리 작동 데이터를 생성하는 단계; 및

(b) 데이터 처리 장치(130)가 상기 배터리 작동 데이터를 이용하여 상기 배터리(110)의 운영 환경 정보를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 배터리 관리 기술에 관한 것으로서, 더 상세하게는 배터리 작동 데이터 기반 실시간 배터리가 운영되고 있는 환경 정보를 사용자에게 제공하는 시스템 및 방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 배터리의 고장은 과충전, 과방전, 고온, 외부 환경에 의한 단락 등과 같은 다양한 환경적 요인에 의해 발생하며 그 메커니즘이 매우 상이하다. 최근 전기차(Electric vehicle; EV), 에너지 저장 장치(Energy storage system; ESS) 등 리튬이온 배터리를 동력원으로 하는 어플리케이션의 화재 사고가 증가하고 있다. 그런데, 화재가 한번 발생하면 쉽게 진화가 어려워 인명 사고로 이어지는 경우가 많다는 문제점이 있다.

[0003] 종래의 기술은 배터리 어플리케이션을 안정적으로 운용하기 위해 배터리의 운용 영역을 축소시키고, 화재 발생시 연쇄반응을 차단하는 등 사고 발생후 사후 조치를 위주로 개발되고 있다. 이는 어플리케이션에서 지원하는 BMS, PCS(Power Conversion System)의 한정된 센싱 정보로부터 배터리의 전기 화학적 상태를 유추할 수 있는 기술의 부재를 의미한다. 즉, 한정된 운용 데이터에서 비파괴적으로 배터리 내부상태를 도출할 수 있는 기술의 필요성을 나타낸다.

[0004] 화재 발생시, 배터리 관리 시스템(Battery management system; BMS) 상 비정상 신호가 발생하지만, 이미 화재가 발생하고 나타나는 신호이기 때문에 사고를 예방하기 어렵다는 한계가 있다.

[0005] 또한, 종래의 비정상 신호 탐지 기법을 기반으로 이상 상황에 대한 경보를 줄 수 있는 시스템이 있으나 이벤트가 발생하기 직전의 신호를 기반으로 경보를 줄 수 있다는 점에서 한계가 있다.

[0006] 이러한 종래 방법들이 가지고 있는 문제점을 개선하기 위해 한정된 정보로부터 배터리 내부의 화학적 상태를 유추할 수 있는 기술의 개발이 요구되고 있다.

[0007] 또한, BMS 기반 센싱 정보에서 배터리의 동적 특성을 고려하여 이를 과도 환경으로부터의 기인성을 접목할 수 있는 기술이 필요하다. 더불어, 도출 및/또는 모니터링되는 BMS 신호를 기반으로 운용 중인 상태의 배터리 상태를 진단하고 전체 안전관리 시스템으로 연결될 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 1. 대한민국등록특허번호 제10-2045489호(등록일자: 2019년11월11일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 위 배경기술에 따른 문제점을 해소하기 위해 제안된 것으로서, BMS(Battery management system) 데이터에서 제공하는 전압/전류/온도 등의 원본 신호 데이터를 기반으로 패턴화 및 라벨링하여 배터리 작동 데이터 기반 실시간 배터리가 운영되고 있는 환경 정보를 사용자에게 안내하는 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 어플리케이션의 화재 및/또는 사고를 사전에 진단할 수 있는 시스템 및 방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 위에서 제시된 과제를 달성하기 위해, BMS(Battery management system) 데이터에서 제공하는 전압/전류/온도 등의 원본 신호 데이터를 기반으로 패턴화 및 라벨링하여 배터리 작동 데이터 기반 실시간 배터리가 운영되고 있는 환경 정보를 사용자에게 안내하는 시스템을 제공한다.

[0012] 상기 시스템은,

[0013] 배터리;

[0014] 상기 배터리를 센싱하여 배터리 작동 데이터를 생성하는 배터리 관리 장치; 및

[0015] 상기 배터리 작동 데이터를 이용하여 상기 배터리의 운영 환경 정보를 생성하는 데이터 처리 장치;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 데이터 처리 장치는, 상기 배터리 작동 데이터를 수집하는 수집부; 상기 수집된 배터리 작동 데이터를 이용하여 하나의 원본 시계열 패턴을 산출하고, 상기 시계열 패턴을 학습 알고리즘에 적용하여 특징 패턴을 추출하고, 상기 추출된 특징 패턴에 라벨링을 수행하여 하나의 변경 시계열 패턴을 산출하는 분석부; 및 하나의 상기 변경 시계열 패턴을 분류하고, 상기 분류 결과를 통해 운용 환경 정보를 생성하는 분류부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 하나의 상기 시계열 패턴은 상기 배터리 작동 데이터 중 전압과 온도의 관계 또는 전류와 온도의 관계를 통해 산출되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 분석부는 상기 시계열 패턴으로부터 원본 시계열 데이터를 이미지 데이터로 압축 및 변환하여 상기 학습 알고리즘에 입력하여 상기 특징 패턴을 추출하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 분석부는 상기 라벨링이후, 상기 이미지 데이터로부터 변경 시계열 데이터로 변환하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 원본 시계열 데이터 및 상기 변경 시계열 데이터는 1차원(1D) 데이터이고, 상기 이미지 데이터는 2차원(2D) 데이터인 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 특징 패턴은 전압(V) 곡선과 온도(℃)곡선의 관계를 통해 전압이 미리 설정되는 정상범위를 벗어나는 온도의 변곡점이거나, 전류(I) 곡선과 온도(℃) 곡선의 관계를 통해 전류가 미리 설정되는 정상범위를 벗어나는 온도의 변곡점인 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 배터리 작동 데이터는 전압과 온도의 비율(T/V) 또는 전류와 온도의 비율(T/I)로 전처리되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 다른 한편으로, 본 발명의 다른 일실시예는, (a) 배터리 관리 장치가 배터리를 센싱하여 배터리 작동 데이터를 생성하는 단계; 및 (b) 데이터 처리 장치가 상기 배터리 작동 데이터를 이용하여 상기 배터리의 운영 환경 정보를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법을 제공한다.

[0024] 또한, 상기 (b) 단계는, (b-1) 수집부가 상기 배터리 작동 데이터를 수집하는 단계; (b-2) 분석부가 상기 수집된 배터리 작동 데이터를 이용하여 하나의 원본 시계열 패턴을 산출하고, 상기 시계열 패턴을 학습 알고리즘에 적용하여 특징 패턴을 추출하고, 상기 추출된 특징 패턴에 라벨링을 수행하여 하나의 변경 시계열 패턴을 산출하는 단계; 및 (b-3) 분류부가 하나의 상기 변경 시계열 패턴을 분류하고, 상기 분류 결과를 통해 운용 환경 정보를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 하나의 상기 시계열 패턴은 상기 배터리 작동 데이터 중 전압과 온도의 관계 또는 전류와 온도의 관계를 통해 산출되는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한, 상기 (b-2) 단계는, 상기 분석부가 상기 시계열 패턴으로부터 원본 시계열 데이터를 이미지 데이터로 압축 및 변환하는 단계; 및 상기 분석부가 상기 학습 알고리즘에 입력하여 상기 특징 패턴을 추출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한, 상기 (b-2) 단계는, 상기 라벨링이후, 상기 분석부가 상기 이미지 데이터로부터 변경 시계열 데이터로 변환하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또 다른 한편으로, 본 발명의 또 다른 일실시예는, 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따르면, 기존 사후 조치에 한정되있는 종래 기술에서 한 단계 나아가서, 운용 중인 현재 배터리 상태를 실시간으로 진단할 수 있는 안전 시스템 구축에 대한 접근이 가능하다.

[0030] 또한, 본 발명의 다른 효과로서는 실시간 BMS(Battery management system)로부터 계측 가능한 데이터를 이용하기 때문에 추가적인 장치가 필요하지 않다는 장점이 있다는 점을 들 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명의 또 다른 효과로서는 원신호 데이터로부터 이미지화하여 특징을 분류한 후 디코더 기반 원본신호로 복원한다는 점에서 데이터 저장 용량의 경량화가 가능하다는 점을 들 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 또 다른 효과로서는 실시간 배터리의 운용 환경을 분류할 수 있다는 점에서 배터리의 과도 상태 사전 진단이 가능한 장점이 있다는 점을 들 수 있다.

[0033] 또한, 본 발명의 또 다른 효과로서는 기존의 신호 기반 고장 탐지 기법과 다르게 고장 발생에 대한 사전 차단이 가능하다는 장점이 있다는 점을 들 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명의 또 다른 효과로서는 데이터가 축적됨에 따라 추후 노화에 따른 환경적 변화를 반영하여 노화에 따른 환경 조건에서의 패턴 변화를 자가학습할 수 있도록 하는 알고리즘의 탑재가 가능하여 안전 시스템 보강이 가능하다는 점을 들 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템의 구성 블럭도이다.

도 2는 도 1에 도시된 데이터 처리 장치의 세부 구성 블럭도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 배터리 운용 환경 패턴의 학습 모식도를 보여주는 개념도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 합성곱 오토 인코더 알고리즘의 개념도이다.

도 5는 도 4에 도시된 신경망 모델의 예시이다.

도 6은 일반적인 원시 데이터의 예시이다.

도 7은 도 6에 도시된 원시 데이터를 전처리한 전처리 데이터의 예시이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보를 제공하는 과정을 보여주는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0037] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다.

[0038] 제 1, 제 2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0039] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0040] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.

[0041] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0042] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템 및 방법을 상세하게 설명하기로 한다.

[0043] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보 제공 시스템(100)의 구성 블럭도이다. 도 1을 참조하면, 운영 환경 정보 제공 시스템(100)은, 배터리(110), 배터리(110)를 센싱하여 배터리 작동 데이터를 생성하는 배터리 관리 장치(120), 배터리 작동 데이터를 이용하여 배터리(110)의 운영 환경 정보를 생

성하는 데이터 처리 장치(130) 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0044] 배터리(110)는 배터리 셀(미도시)이 직렬 및/또는 병렬로 구성되며, 이 배터리 셀은 니켈 메탈 배터리 셀, 리튬 이온 배터리 셀, 리튬 폴리머 배터리 셀, 리튬황 배터리셀, 나트륨황 배터리 셀, 전고체 배터리 셀 등의 고전압 배터리 셀이 될 수 있다.

[0045] 배터리 셀은 원통형 셀(cylindrical cell), 각형 셀(prismatic cell), 파우치형 셀 등으로 설계될 수 있다. 파우치형 셀들은 박막으로 구성된 유연한 커버를 포함하고, 상기 커버 내에는 배터리 셀의 전기적 구성 요소들이 배치되어 있다.

[0046] 하나의 배터리 셀 내에서 최적의 공간 이용을 구현하기 위해서는 특히 파우치형 셀들이 사용된다. 상기 파우치형 셀들은 또한 높은 용량과 더불어 적은 중량을 특징으로 한다.

[0047] 도 1을 참조하면, 배터리(110)는 단수로 도시되어 있으나, 여러개로 구성될 수 있다.

[0048] 배터리 관리 장치(120)는 배터리의 관리를 최적화해 에너지 효율을 높이고 수명을 연장시켜주는 역할을 한다. 배터리(110)의 전압, 전류 및 온도를 실시간으로 모니터링하고, 과도한 충전 및 방전을 미연에 방지해 배터리 안전성과 신뢰성을 높여준다. 이를 위해, 배터리(110)에 전압 센서, 전류 센서, 온도 센서 등이 설치되며, 이들 센서들은 배터리 관리 장치(120)와 연결될 수 있다.

[0049] 또한, 배터리 관리 장치(120)는 이러한 모니터링된 전압, 전류, 온도 등을 이용하여 배터리 작동 데이터를 생성하고, 이를 데이터 처리 장치(130)에 전송한다.

[0050] 한편, 도 1에서는 배터리(110)와 별도로 구성되는 것으로 도시되어 있으나, 배터리 관리 장치(120)는 배터리(110)와 통합되어 구성될 수 있다. 물론, 배터리 관리 장치(120)는 여러개의 배터리(110)를 동시에 관리할 수도 있다.

[0051] 데이터 처리 장치(130)는 배터리 관리 장치(120)와 통신으로 연결된다. 통신은 유선 통신, 무선 통신, 유무선 통신이 사용될 수 있다. 유선 통신은 RS232, RS485, 모드 버스, CC-Link(Control & Communication) 통신, 이더넷 통신 등이 될 수 있으며, 무선 통신은 IrDA(Infrared Data) 통신, 무선 랜(Local Area Network), ZigBee, 블루투쓰, LiFi(Light Fidelity), WiFi(Wireless Fidelity), NFC(Near Field Control) 등을 들 수 있다.

[0052] 데이터 처리 장치(130)는 배터리 관리 장치(120)로부터 전송된 배터리 작동 데이터를 이용하여 배터리(110)의 운영 환경 정보를 생성하고, 이를 사용자에게 제공하는 기능을 수행한다.

[0053] 도 2는 도 1에 도시된 데이터 처리 장치(130)의 세부 구성 블럭도이다. 도 2를 참조하면, 데이터 처리 장치(130)는, 통신부(210), 수집부(220), 분석부(230), 분류부(240), 출력부(250), 저장소(260) 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0054] 통신부(210)는 데이터 처리 장치(130)와 배터리 관리 장치(120)간 통신을 연결하는 기능을 수행한다. 따라서, 배터리 관리 장치(120)로부터 배터리 작동 데이터를 송신할 수 있다. 물론, 통신부(210)는 외부 기기와 연결되는 기능을 수행할 수 있다. 외부 기기는 외부 서버, 통신 단말기 등이 될 수 있다.

[0055] 통신 단말기는 휴대폰(mobile phone), 스마트폰(smart phone), 노트북 컴퓨터(laptop computer), 디지털방송용 단말기, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, 노트 패드 등이 될 수 있다.

[0056] 통신부(210)는 통신 모뎀, 마이크로프로세서, 마이컴 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0057] 수집부(220)는 통신부(210)를 통해 배터리 작동 데이터를 수집하여 저장소(260)에 저장하는 기능을 수행한다.

[0058] 분석부(230)는 수집된 상기 배터리 작동 데이터를 이용하여 하나의 시계열 패턴을 산출하고, 이 시계열 패턴을 학습 알고리즘에 적용하여 특징 패턴을 추출하고 추출된 상기 특징 패턴에 라벨링을 수행한다. 특히, 분석부(230)는 배터리 작동 데이터 중 전압과 온도의 관계를 통해 하나의 원본 시계열 패턴을 산출하고 이를 인코더에 입력한다.

[0059] 또한, 분석부(230)는 이 입력된 원본 시계열 패턴으로부터 원본 시계열 데이터를 이미지 데이터로 압축 및 변환하여 학습 알고리즘에 입력하고, 이 학습 알고리즘을 통해 특징 패턴을 추출하여 라벨링을 수행한다. 오토 인코더의 경우, 입력된 데이터 셋으로부터 도출된 압축 패턴 자체가 라벨이 되는 자가 지도 학습(Self-supervised learning) 방식이다.

[0060] 이 때 압축된 패턴은 입력과 출력 사이의 재구성 오차를 최소화하도록 학습하는 방식 기반 얻어진다. 재구성 오차는, 입력 데이터 셋과 출력 데이터 셋 사이의 오차로 다음식과 같다.

수학식 1

[0061] $$Loss=(x^{i}-\widetilde{x^{i}})$$
x^{i}:입력데이터셋
$\widetilde{x^{i}}$:출력데이터셋

[0062] 또한, 분석부(230)는 이러한 라벨링 이후, 이미지 데이터로부터 변경 시계열 데이터로 변환한다. 즉, 이러한 패턴화 및 라벨링을 통해 원본 시계열 신호를 인코더에 입력 압축하여 특징 패턴이 되는 부분만 선택하고 압축한 후 디코더에 입력하여 다시 복원하는 방식으로 이루어진다. 즉, 디코더에서 추출된 이미지를 입력하여 이미지 데이터를 변경 시계열 데이터로 변환한다.

[0063] 분류부(240)는 변경 시계열 데이터로부터 변경 시계열 패턴을 분류하고, 분류 결과를 통해 운용 환경을 분류하여 운용 환경 정보를 생성하는 기능을 수행한다.

[0064] 출력부(250)는 운용 환경 정보를 출력하는 기능을 수행한다. 물론, 이외에도 설정 화면, 처리 화면 등을 출력할 수도 있다. 이를 위해, 출력부(250)는 디스플레이, 사운드 시스템 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0065] 디스플레이는 LCD(Liquid Crystal Display), LED(Light Emitting Diode) 디스플레이, PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic LED) 디스플레이, 터치 스크린, CRT(Cathode Ray Tube), 플렉시블 디스플레이, 마이크로 LED, 미니 LED 등이 될 수 있다. 터치 스크린의 경우, 출력 수단뿐만 아니라 입력 수단으로도 사용될 수 있다.

[0066] 저장소(260)는 플래시 메모리 디스크(SSD: Solid State Disk), 하드 디스크 드라이브, 플래시 메모리, EEPROM(Electrically erasable programmable read-only memory), SRAM(Static RAM), FRAM (Ferro-electric RAM), PRAM (Phase-change RAM), MRAM(Magnetic RAM) 등과 같은 비휘발성 메모리 및/또는 DRAM(Dynamic Random Access Memory), SDRAM(Synchronous Dynamic Random Access Memory), DDR-SDRAM(Double Data Rate-SDRAM) 등과 같은 휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다.

[0067] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 배터리 운용 환경 패턴의 학습 모식도를 보여주는 개념도이다. 도 3을 참조하면, 배터리 작동 데이터가 수집됨에 따라 원본 시계열 패턴을 산출한다(단계 S310). 패턴은 이상A, 이상B, 이상C, 정상, 새로운 유형이 될 수 있다.

[0068] 이후, 원본 시계열 패턴을 학습 알고리즘에 적용한다(단계 S320). 학습 알고리즘은 기계 학습 모델(321), 딥러닝 학습 모델(322)이 될 수 있다. 물론, 본 발명의 일실시예에서는 딥러닝 학습 모델을 주로 사용할 수 있다.

[0069] 이후, 학습 알고리즘을 통해 추출된 특징 패턴에 대해 변경 시계열 패턴을 산출하고, 이 변경 시계열 패턴을 분류한다(단계 S330). 분류는 이상A, 이상B, 이상C, 정상, 미확인(unidentified)이 될 수 있다.

[0070] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 합성곱 오토 인코더 알고리즘의 개념도이다. 도 4를 참조하면, 오토 인코더의 원리를 통해 운용 환경의 각각 특징 패턴을 압축 및 이미지화할 수 있다. 부연하면, 배터리 작동 데이터(BMS)중 전압 정보(410a)는 오토인코더 기반 압축을 통해 각 운영환경을 대변할 수 있는 하나의 시계열 패턴 기반 얻어진다. 즉, Phase A voltage, Phase B voltage, Phase A current 등은 하나의 예시로써, 각 환경에 따른 압축된 거동을 의미한다. 이 1차원 시계열 패턴을 GAF(Gramian Angular Fiel)(420a)를 통해 2차원 이미지 데이터로 변환하고, 합성곱 신경망(CNN: Convolutional neural network)(430a)에 적용하여 운영 환경을 분류한다.

[0071] 도 4의 410a, 410b에 나타난 Phase A voltage, current와 같은 1D-시계열 패턴(본 연구에서는 압축된 1D 패턴)은 시계열 데이터를 극좌표계 변환을 통해 이미지로 변환하는 GAF 기법을 통해 이미지로 인코딩되며 다음 수식과 같다.

[0072] 1. 공간 좌표계(시간에 따른 phase 위치)의 값을 극좌표계의 값으로 변환

수학식 2

[0073] $$\Phi = \arccos(X_{norm,i}); \Phi \in [0, \pi],$$
$$r = \frac{n}{L}; r \in R^{+}$$

[0074] *여기서,*

[0075] Φ *:각도(angle), r: 반지름*

[0076] $X_{norm,i}$ *: 정규화된 시계열 데이터*

[0077] *n : 시간 인덱스*

[0078] *L : 극좌표계 범위에 대한 정규화 상수*

[0079] *2. 극좌표계의 Gramian matrix가 계산되어 이미지로 변환.*

수학식 3

[0080] $$GAF = \begin{pmatrix} \cos(\Phi_2+\Phi_N) & \cos(\Phi_2+\Phi_N)\cdots & \cos(\Phi_2+\Phi_N) \\ \cos(\Phi_2+\Phi_N) & \cos(\Phi_2+\Phi_N)\cdots & \cos(\Phi_2+\Phi_N) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \cos(\Phi_2+\Phi_N) & \cos(\Phi_2+\Phi_N)\cdots & \cos(\Phi_2+\Phi_N) \end{pmatrix}$$

[0081] GAF(gramian angular field)는 각 시점 간의 시간적 상관관계를 극좌표를 기반으로 표현하는 알고리즘이다. 극좌표 기반 행렬은 시계열 데이터를 이미지 데이터로 변경할 때 시간 상관 관계를 보존할 수 있다는 장점이 있다.

[0082] 일반적으로, 시계열 데이터란 일정 시간 간격으로 배치된 데이터들의 수열 형태를 의미하며, 예로 특정 센서에서 일정한 시간 간격으로 수집되는 데이터를 의미한다. 이러한 시계열 데이터는 송신되는 신호의 종류, 수신 환경 및 조건에 따라 신호의 세기 혹은 신호 파형 등 다양한 시각적 형태로 나타날 수 있다.

[0083] 합성곱 신경망(CNN: Convolutional neural network) 모델(430a)은 SAT-CNN(Self-attention-Convolutional neural network)으로서, 입력된 이미지 데이터로부터 전압 특징 패턴을 추출한다.

[0084] 물론, 배터리 작동 데이터중 전류 정보(410b)에도 유사한 구성이 도입된다. 즉, 배터리 작동 데이터중 전류 정보(410b)는 GAF(Gramian Angular Field)(420b)를 통해 시계열 패턴으로부터 시계열 데이터를 이미지 데이터로 변환하고, 합성곱 신경망(CNN: Convolutional neural network)모델(430b)에 적용하여 전류 특징 패턴을 추출한다.

[0085] 전류 특징 패턴과 전압 특징 패턴이 결합층(440)에서 결합되어 특징 패턴(즉, 결합 특징 패턴)이 산출된다. 부연하면, 배터리 운영 환경별 BMS 데이터로부터 오토인코더 기반 도출된 410a, 410b 패턴은 GAF를 통해 이미지로 변환되고 430a의 SAT-CNN 모델에 입력되어 결합층(440)에서 각 운영 환경을 분류하는 기능을 한다. 결합층의 역할은 각 환경별 CNN 분류 모델이 평탄화층(450)에 입력되어 하나의 유형으로 분류하기 위한 것이다.

[0086] 평탄화층(450)에서 특징 패턴에 대해 평탄화를 진행한다. 부연하면, SAT-CNN 블록의 출력은 FC 레이어가 분류 출력을 처리할 수 있도록 2D 매트릭스의 결과를 1D 벡터 형식으로 출력하는 결합 블록 및 평탄화 레이어를 거친다.

[0087] 이미지 분류 알고리즘인 신경망(Fully connected Neural network)(460)을 통해, 이미지 데이터를 분류한다. 신경망(Fully connected Neural network)(460)은 ReLU(Rectified Linear Unit) 함수를 포함할 수 있다. ReLU 함수는 정류 선형 유닛에 대한 함수이다. ReLU는 입력값이 0보다 작으면 0으로 출력, 0보다 크면 입력값 그대로 출력하는 기능을 수행한다.

[0088] 신경망은 분석 데이터로부터 반복적인 학습 과정을 거쳐 패턴을 찾아내고, 이를 일반화하여 예측하는 문제에 있어서, 유용하게 이용되는 기법이다. 신경망은 크게 입력층(input layer), 은닉층(hidden layer), 출력층(output layer)으로 구성된다.

[0089] 각 층은 여러 노드로 구성되며, 입력층은 독립변수의 값을 받아들이는 역할을 하고, 은닉층은 독립변수의 값을 이용하여 복잡한 수많은 계산을 수행하며, 출력층은 분석의 결과값을 출력해주는 역할을 한다. 신경망은 DNN(Deep Neural Network), CNN(Convolution Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network)이 사용될 수 있다.

[0090] GAF(Gramian Angular Fiel)(420a 및 420b)는 고장 분류를 위한 (신경망 모델-460) 입력 데이터 셋이다.

[0091] 최종적으로 디코더(미도시)를 통해 분류된 이미지를 용량이 낮은 1D 데이터로 다시 복원하여 배터리의 운용 환경을 분류할 수 있다.

[0092] 도 5는 도 4에 도시된 신경망 모델(430a,430b)의 예시이다. 도 5를 참조하면, GAF(Gramian Angular Field)(420a,420b)에 의해 생성되는 이미지 데이터에 대해 특징 패턴을 추출한다. 64x64x1의 픽셀 크기를 가진 필터는 각 필셀마다 임의의 가중치를 포함하고 있다. 이 필터를 이미지에 씌운후, 이미지의 각 픽셀에 있는 값과 필터의 대응되는 부분에 있는 가중치를 곱하여 가중합한 하나의 값을 해당 영역으로부터 도출하게 된다. 이 과정을 합성곱이라 한다.

[0093] 이러한 합성곱의 결과로 생성되는 이미지의 크기는 원본 이미지보다 작아진다. 합성곱이 여러번 진행됨에 따라 이미지의 크기는 원본 이미지보다 작아진다. 합성곱이 여러번 진행되어 이미지의 크기는 더욱 작아지게 되는데, 이미지의 크기가 너무 작아지게 되면 유용한 정보의 손실이 발생할 수 있으므로 이미지 크기가 작아지는 것을 방지하고, 이미지의 모서리 부분임을 알려주기 위해 패딩(padding) 기법이 사용된다.

[0094] 한편, 풀링(pooling)은 합성곱을 통해 생성된 이미지와 관련해서 과잉 적합을 완화하고, 왜곡된 이미지를 보정하며, 일반화 가능성을 높이기 위해 크기를 재조종(resize)하는 작업이다. 가장 대표적인 풀링은 max pooling으로 특정 크기의 필터를 변환하려는 이미지에 씌우고, 해당 영역에서 가장 큰값중 하나를 선택하여 해당영역의 대표값을 만들어 주는 방식이다.

[0095] 도 6은 일반적인 원시 데이터의 예시이다. 도 6을 참조하면, 가로축으로 시간(s)이 표시되고, 좌측 세로축으로 전압(V)이 표시되고, 우측 세로축으로 온도(℃)가 표시된다. 따라서, 전압(V) 곡선과 온도(℃) 곡선의 관계를 통해 전압이 미리 설정되는 정상범위를 벗어나게 되면 온도의 변곡점이 발생한다. 이를 특징 패턴으로 추출한다.

[0096] 부연하면, 과충전, 과방전 혹은 단락 현상이 발생하는 경우, 온도의 선형적 변화에서 벗어나 비선형적으로 변화하게 되며, 이를 탐지하여 전압과의 관계성을 분석하여 나타낼 수 있다.

[0097] 이외에도 원시 데이터를 의미있는 데이터로 한다. 원시 데이터란 BMS에서 직접 측정할 수 있는 데이터로 배터리의 전류/전압/온도이다. 그리고 온도와 전압과의 관계성을 분석하여 나타낼 수 있는 것은 전처리 후 데이터(가공 데이터)로 원신호 데이터와 구분된다.

[0098] 물론, 도 6에서는 전압과 온도의 관계만을 표시하였으나, 전류와 온도의 관계도 가능하다. 부연하면, 전류(I) 곡선과 온도(℃) 곡선의 관계를 통해 전류가 미리 설정되는 정상범위를 벗어나게 되면 온도의 변곡점이 발생한다.

[0099] 좌측 그래프와 우측 그래프는 과충전 데이터 셋 각 8개에 대한 전압과 온도를 도시화한 그림이다.

[0100] 도 7은 도 6에 도시된 원시 데이터를 전처리한 전처리 데이터의 예시이다. 도 7을 참조하면, 부연하면, 원시 데이터를 전처리하여 가로축으로 시간(s)이 표시되고, 세로축으로 전압과 온도의 비례(T/V)가 표시되다. 물론, 세로축으로 전류와 온도의 비(T/I)로 표시될 수 있다.

[0101] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 배터리 작동 데이터 기반 운영 환경 정보를 제공하는 과정을 보여주는 흐름도이다. 도 8을 참조하면, 수집부(220)가 통신부(210)를 통해, 배터리 관리 장치(120)로부터 배터리 작동 데이터를 수집한다(단계 S810).

[0102] 이후, 분석부(220)가 수집 데이터를 이용하여 시계열 패턴을 산출하고, 1차원의 원본 시계열 데이터를 2차원의 이미지 데이터로 변환하고, 신경망(즉, 인공 지능망)에 입력하여 특징 패턴을 추출한다(단계 S820,S830,S840).

[0103] 이후, 분석부(220)가 추출된 특징 패턴에 대해 라벨링을 실행하고, 2차원의 이미지 데이터를 1차원의 변경 시계열 데이터로 변환한다(단계 S850, S860).

[0104] 이후, 분류부(240)가 변경 시계열 데이터를 이용하여 변경 시계열 패턴을 산출하고, 해당 시계열 패턴의 분류 결과를 통해 운용 환경을 분류하여 운용 환경 정보를 생성한다(단계 S870).

[0105] 또한, 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은, 마이크로프로세서, 프로세서, CPU(Central Processing Unit) 등과 같은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 (명령) 코드, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[0106] 상기 매체에 기록되는 프로그램 (명령) 코드는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프 등과 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD, 블루레이 등과 같은 광기록 매체(optical media) 및 롬(ROM: Read Only Memory), 램(RAM: Random Access Memory), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 (명령) 코드를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 반도체 기억 소자가 포함될 수 있다.

[0107] 여기서, 프로그램 (명령) 코드의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

부호의 설명

[0108] 100: 운영 환경 정보 제공 시스템

110: 배터리

120: 배터리 관리 장치

130: 데이터 처리 장치

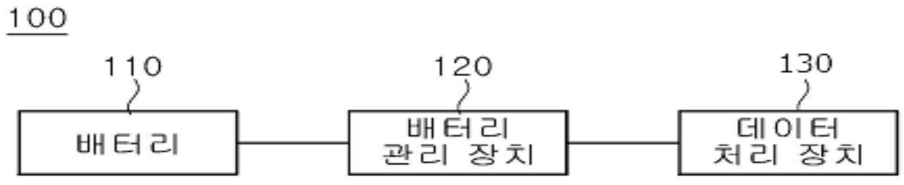
210: 통신부 220: 수집부

230: 분석부 240: 분류부

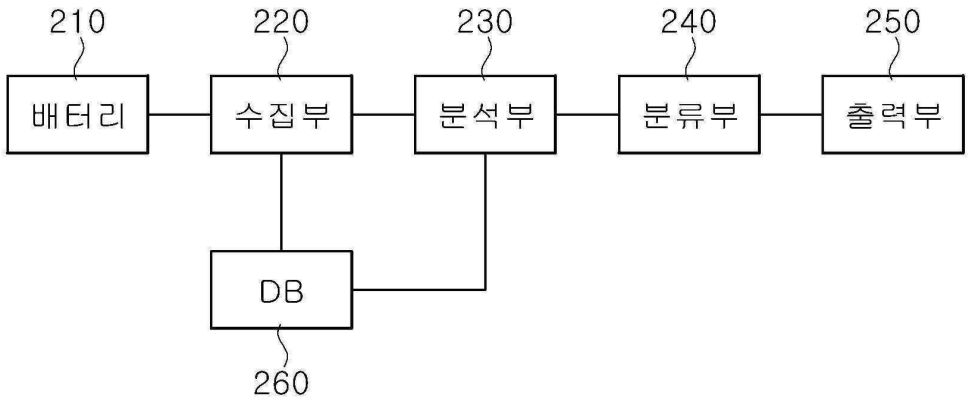
250: 출력부 260: 저장소

도면

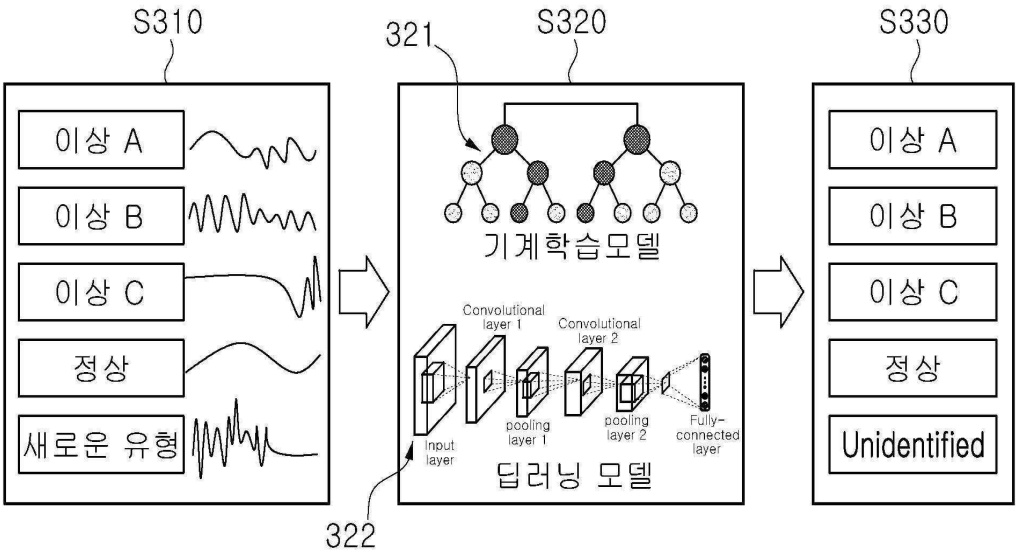
도면1



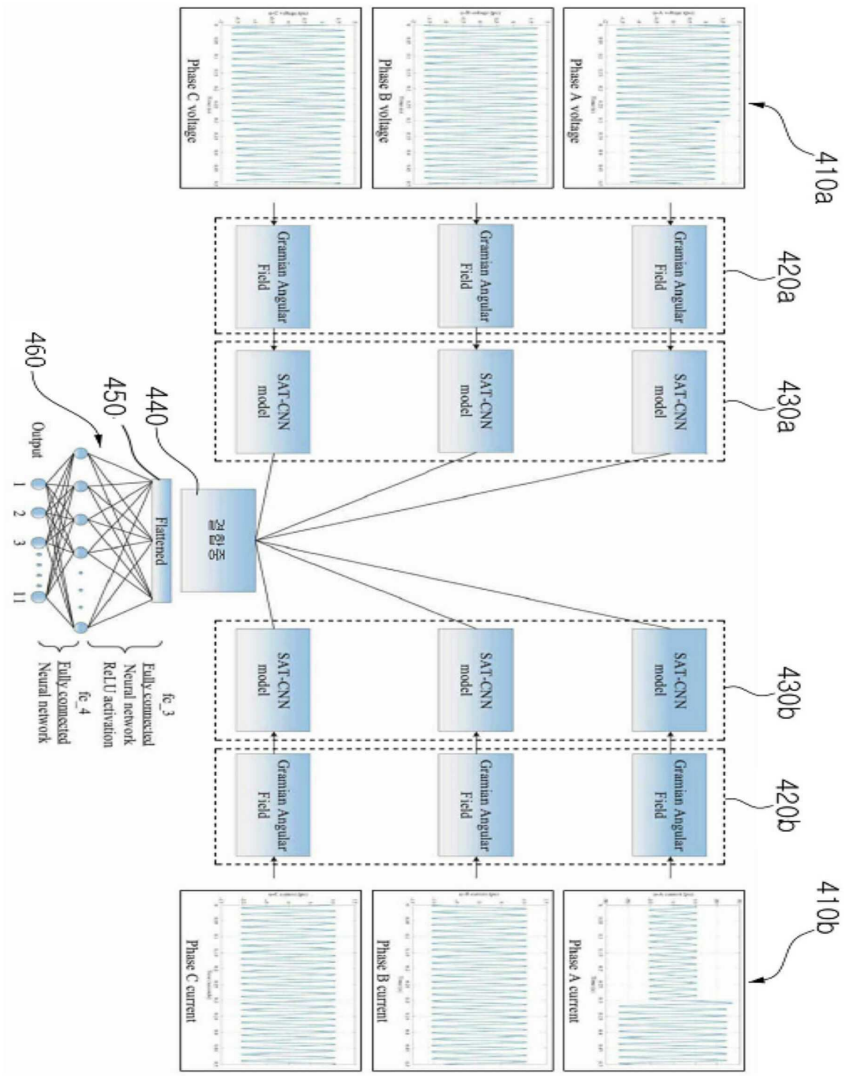
도면2


210
220
230
240
250
배터리
수집부
분석부
분류부
출력부
DB
260

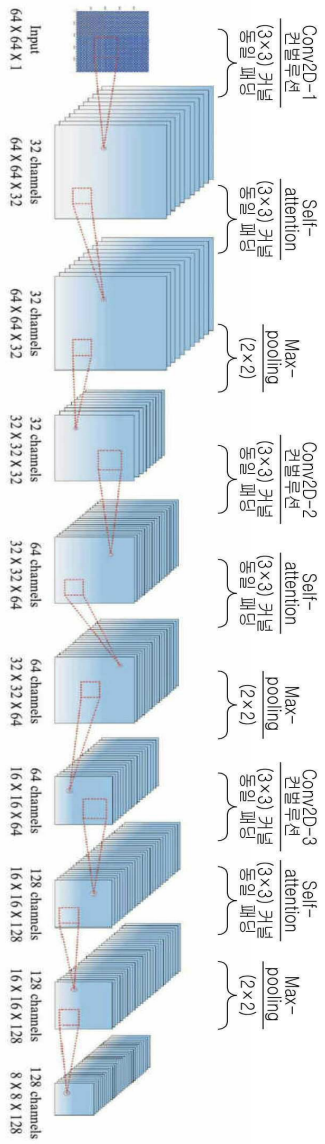
도면3


S310
321
S320
S330
이상 A
이상 B
이상 C
정상
새로운 유형
기계학습모델
Convolutional layer 1
Convolutional layer 2
pooling layer 1
pooling layer 2
Fully-connected layer
Input layer
딥러닝 모델
322
이상 A
이상 B
이상 C
정상
Unidentified

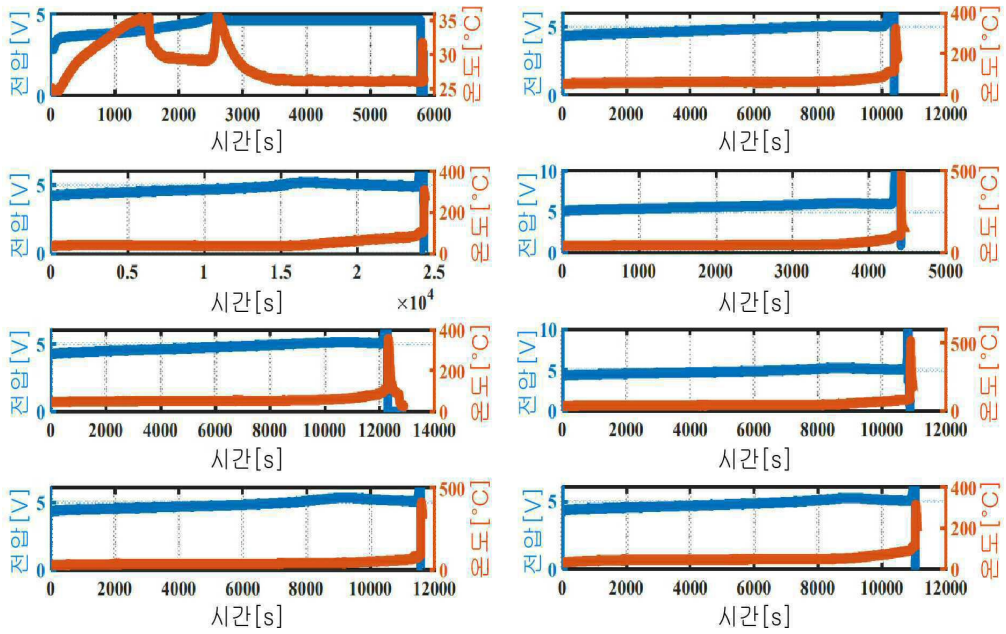
도면4


410a
Phase A voltage
Phase B voltage
Phase C voltage
420a
Gramian Angular Field
430a
SAT-CNN model
440
결합층
Flattened
450
460
Output
1
2
3
11
fc_3
Fully-connected Neural network ReLU activation
fc_4
Fully-connected Neural network
430b
420b
410b
Phase A current
Phase B current
Phase C current

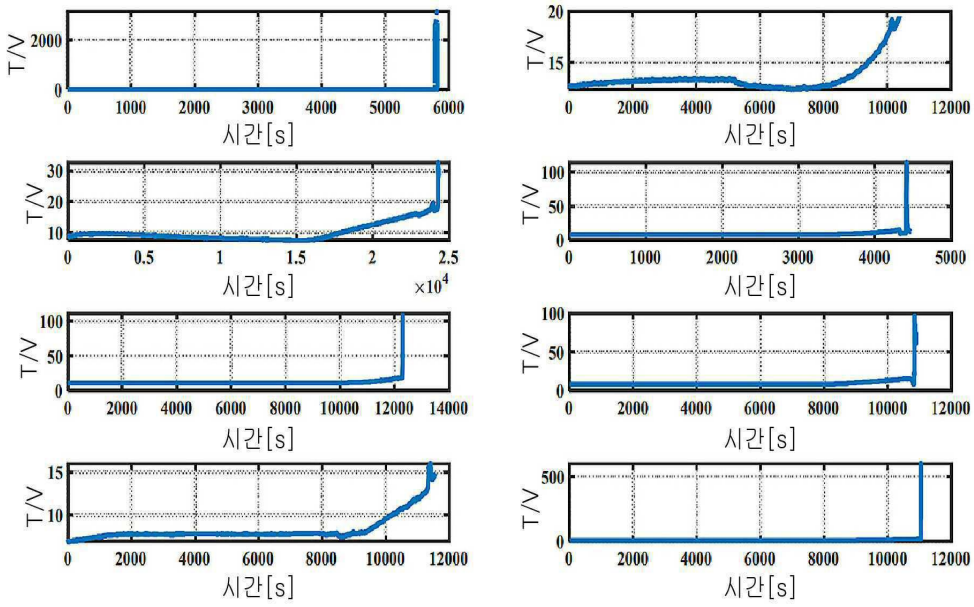
도면5


Input
64 X 64 X 1
Conv2D-1
컨벌루션
(3×3) 커널
동일 패딩
32 channels
64 X 64 X 32
Self-
attention
(3×3) 커널
동일 패딩
32 channels
64 X 64 X 32
Max-
pooling
(2×2)
32 channels
32 X 32 X 32
Conv2D-2
컨벌루션
(3×3) 커널
동일 패딩
64 channels
32 X 32 X 64
Self-
attention
(3×3) 커널
동일 패딩
64 channels
32 X 32 X 64
Max-
pooling
(2×2)
64 channels
16 X 16 X 64
Conv2D-3
컨벌루션
(3×3) 커널
동일 패딩
128 channels
16 X 16 X 128
Self-
attention
(3×3) 커널
동일 패딩
128 channels
16 X 16 X 128
Max-
pooling
(2×2)
128 channels
8 X 8 X 128

도면6



도면7



도면8


데이터 수집
S810
수집 데이터를 이용하여 시계열 패턴 산출
S820
1D 원본 시계열 데이터를 2D 이미지 데이터로 변환
S830
인공 지능망에 입력하여 특징을 추출
S840
추출된 특징을 라벨링
S850
2D 이미지 데이터를 1D 시계열 데이터로 변환
S860
해당 시계열 패턴의 분류 결과를 통해 운용 환경을 분류
S870