(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0120094
(43) 공개일자 2024년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/389 (2019.01) *G01R 31/36* (2019.01)
G01R 31/367 (2019.01) *G01R 31/382* (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01) *G01R 31/396* (2019.01)
G06N 20/00 (2019.01) *G06N 3/08* (2023.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/389 (2019.01)
G01R 31/3648 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0012468
(22) 출원일자 2023년01월31일
심사청구일자 2023년01월31일

(71) 출원인
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
정의림
대전광역시 유성구 어은로 57 한빛아파트 113-402
(74) 대리인
최승욱

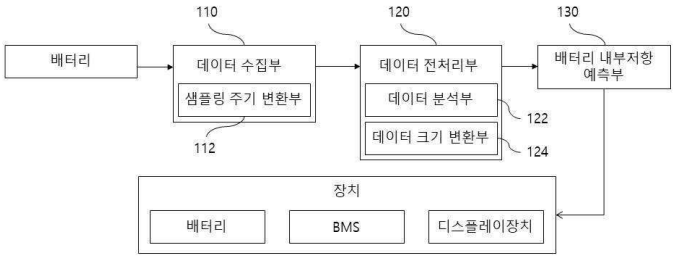
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법 및 장치에 관한 것으로서, 배터리의 잔존 수명이 소정의 값에 이를 때까지 배터리를 충방전하면서, 샘플링 주기마다 측정되는 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 수집하는 단계; 상기 수집된 데이터를 순환신경망(Recurrent Neural Network)에 입력하여 상기 순환신경망을 학습시키는 단계; 운용 환경에 있는 특정 배터리에 대해 샘플링 주기마다 측정된 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 학습된 순환신경망에 입력하는 단계; 및 상기 학습된 순환신경망에 의해, 상기 특정 배터리의 내부저항을 예측하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01R 31/367 (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01)
G06N 20/00 (2021.08)
G06N 3/08 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356233
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학 협력기반지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2022.05.01 ~ 2023.03.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

컴퓨팅 장치의 배터리 내부저항 예측 방법에 있어서,

배터리의 잔존 수명이 소정의 값에 이를 때까지 배터리를 충방전하면서, 샘플링 주기마다 측정되는 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 수집하는 단계;

상기 수집된 데이터를 순환신경망(Recurrent Neural Network)에 입력하여 상기 순환신경망을 학습시키는 단계;

운용 환경에 있는 특정 배터리에 대해 샘플링 주기마다 측정된 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 학습된 순환신경망에 입력하는 단계; 및

상기 학습된 순환신경망에 의해, 상기 특정 배터리의 내부저항을 예측하는 단계;

를 포함하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 순환신경망을 학습시키는 단계 이전에,

상기 수집된 데이터에 대하여, 이상치를 제거하거나 상기 이상치를 기설정된 제1 값으로 대체하는 이상치 전처리, 결측치를 제거하거나 상기 결측치를 기설정된 제2 값으로 대체하는 결측치 전처리, 데이터 간의 상관관계를 산출하는 상관계수 보고 처리 및 잡음이 섞인 데이터를 복구하는 잡음 저감 처리 중 적어도 하나의 전처리를 수행하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수집된 데이터의 각 피처(feature)를 오름차순으로 정렬하고, 각 피처를 4등분으로 나눈 후, 나누어진 값들 중 75% 지점과 25% 지점의 차이를 사분위 범위(Interquartile range)로 정의하며, 상기 사분위 범위에 1.5를 곱한 값에 75% 지점 값을 더한 값을 최대값으로 결정하고, 상기 사분위 범위에 1.5를 곱한 값에 25% 지점 값을 더한 값을 최소값으로 결정하며, 상기 최대값과 상기 최소값을 넘은 값을 상기 이상치로 판단하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

데이터의 특성에 따른 분포를 벗어나는 값을 찾아내는 기계 학습(Machine Learning)을 기반으로 상기 이상치를 탐지하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 수집된 데이터에 포함된 피처(feature)들 중 실제 신호가 들어와야 되는 시간에 들어오지 않거나 원하는

형태의 값이 아닌 값을 상기 결측치로 판단하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 수집된 데이터의 각 피처(feature)와, 잔존 용량(State of Charge), 용량 수명(State of Health), 출력 수명(State of Power) 및 균형 수명(State of Balance) 중 어느 하나 사이의 상관관계를 산출하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상관 계수가 0에 수렴할수록 상관성이 없는 피처이고, 상관 계수가 1이나 -1에 가까울수록 상관성이 있는 피처로 판단하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

학습된 순환신경망에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었는지 여부를 판단하는 단계;

를 더 포함하고,

학습된 순환신경망에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었다고 판단한 경우, 학습된 순환신경망을 통해 상기 특정 배터리의 내부저항을 예측하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 기설정된 시간은 배터리의 종류 및 충방전 패턴에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

학습된 순환신경망에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었다고 판단한 경우, 상기 특정 배터리에 대한 데이터의 시작 시간이 반드시 첫번째 데이터가 아니더라도 무관한 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 순환신경망은 장단기 메모리(Long-short term memory) 및 게이트 순환 유닛(Gated Recurrent Units)을 사용하는 것을 특징으로 하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법.

청구항 12

하나 이상의 인스트럭션들(instructions)을 저장하는 메모리;

상기 저장된 하나 이상의 인스터럭션들을 실행함으로써,

배터리의 잔존 수명이 소정의 값에 이를 때까지 배터리를 충방전하면서, 샘플링 주기마다 측정되는 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 입력받아 상기 배터리의 내부저항을 예측하는 순환신경망(Recurrent Neural Network)을 구성하는 하나 이상의 프로세서;

운용 환경에 있는 특정 배터리에 대해 샘플링 주기마다 측정된 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 입력받는 입력부; 및

학습된 순환신경망에 의해 예측된 상기 특정 배터리의 내부저항을 출력하는 출력부;

를 포함하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 배터리 잔존 수명 예측 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 근래에 들어서, 노트북, 비디오카메라, 및 휴대용 전화기 등과 같은 휴대용 전자 제품의 수요가 급격하게 증대되고, 에너지 저장용 축전지, 로봇, 및 위성 등의 개발이 본격화됨에 따라, 반복적인 충방전이 가능한 고성능 이차 전지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0004] 현재 상용화된 배터리로는 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 아연 전지, 리튬 이차 전지 등이 있는데, 이 중에서 리튬 이차 전지는 니켈 계열의 이차 전지에 비해 메모리 효과가 거의 일어나지 않아 충방전이 자유롭고, 자가 방전율이 매우 낮으며 에너지 밀도가 높다는 등의 장점으로 인해 많은 각광을 받고 있다.

[0005] 그런데 이러한 배터리는 시간의 흐름에 따라 자연적으로 퇴화되거나, 충방전을 반복함에 따라 내부 전해질, 음극, 양극 물질의 노화가 진행되고, 그에 따라 최대 용량이 감소하여 저장할 수 있는 에너지가 점차 줄어드는 특성을 가진다. 특히, 실제 운용 환경에서는 사용자의 특성 및 환경 등 여러 요인들로 인해 리튬 배터리는 위험성을 항상 내포하고 있다.

[0006] 한편, 배터리의 내부저항은 배터리가 작동(즉, 전류가 흐르는 상태)할 때 저항을 의미하는데, 배터리 노화가 진행됨에 따라 전극의 손상을 일으키고, 전극의 손상은 배터리의 수명 저하와 내부저항 상승으로 이어진다. 이처럼, 배터리의 내부저항은 이러한 노화에 따라 같이 증가하여 리튬 배터리의 급격한 전압 강하 등을 일으켜 성능을 하락시키는 주요 지표가 된다.

[0007] 이에 따라 본 발명에서는 전압, 전류 및 온도 중 하나 이상을 포함하는 한 개의 샘플로 구성되는 입력 데이터를 이용한 배터리 내부저항 예측 방법을 제공한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 국내공개특허 제10-2022-0128828호

(특허문헌 0002) 국내공개특허 제10-2020-0077238호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 명세서는 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 별도의 장비나 측정 없이도 임의의 충방전 패턴이 주어졌을 때 해당 배터리의 내부저항을 예측할 수 있는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법 및 장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 다른 목적은 배터리가 장착된 장치를 운용 중인 환경에서도 간단한 신호만으로도 해당 배터리의 내부저항을 예측할 수 있는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0013] 이와 같은 목적을 달성하기 위한, 본 명세서의 실시예에 따르면, 본 명세서에 따른 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법은, 컴퓨팅 장치의 배터리 내부저항 예측 방법에 있어서, 배터리의 잔존 수명이 소정의 값에 이를 때까지 배터리를 충방전하면서, 샘플링 주기마다 측정되는 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 수집하는 단계; 상기 수집된 데이터를 순환신경망(Recurrent Neural Network)에 입력하여 상기 순환신경망을 학습시키는 단계; 운용 환경에 있는 특정 배터리에 대해 샘플링 주기마다 측정된 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 학습된 순환신경망에 입력하는 단계; 및 상기 학습된 순환신경망에 의해, 상기 특정 배터리의 내부저항을 예측하는 단계를 포함한다.

[0014] 바람직하게는, 상기 순환신경망을 학습시키는 단계 이전에, 상기 수집된 데이터에 대하여, 이상치를 제거하거나 상기 이상치를 기설정된 제1 값으로 대체하는 이상치 전처리, 결측치를 제거하거나 상기 결측치를 기설정된 제2 값으로 대체하는 결측치 전처리, 데이터 간의 상관관계를 산출하는 상관계수 보고 처리 및 잡음이 섞인 데이터를 복구하는 잡음 저감 처리 중 적어도 하나의 전처리를 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 바람직하게는, 상기 수집된 데이터의 각 피처(feature)를 오름차순으로 정렬하고, 각 피처를 4등분으로 나눈 후, 나누어진 값들 중 75% 지점과 25% 지점의 차이를 사분위 범위(Interquartile range)로 정의하며, 상기 사분위 범위에 1.5를 곱한 값에 75% 지점 값을 더한 값을 최대값으로 결정하고, 상기 사분위 범위에 1.5를 곱한 값에 25% 지점 값을 더한 값을 최소값으로 결정하며, 상기 최대값과 상기 최소값을 넘은 값을 상기 이상치로 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 바람직하게는, 데이터의 특성에 따른 분포를 벗어나는 값을 찾아내는 기계 학습(Machine Learning)을 기반으로 상기 이상치를 탐지하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게는, 상기 수집된 데이터에 포함된 피처(feature)들 중 실제 신호가 들어와야 되는 시간에 들어오지 않거나 원하는 형태의 값이 아닌 값을 상기 결측치로 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 바람직하게는, 상기 수집된 데이터의 각 피처(feature)와, 잔존 용량(State of Charge), 용량 수명(State of Health), 출력 수명(State of Power) 및 균형 수명(State of Balance) 중 어느 하나 사이의 상관관계를 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 바람직하게는, 상관 계수가 0에 수렴할수록 상관성이 없는 피처이고, 상관 계수가 1이나 -1에 가까울수록 상관성이 있는 피처로 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 바람직하게는, 학습된 순환신경망에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었는지 여부를 판단하는 단계를 더 포함하고, 학습된 순환신경망에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었다고 판단한 경우, 학습된 순환신경망을 통해 상기 특정 배터리의 내부저항을 예측하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 기설정된 시간은 배터리의 종류 및 충방전 패턴에 따라 결정되는 것을 특징으로 한다.

[0022] 바람직하게는, 학습된 순환신경망에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었다고 판단한 경우, 상기 특정 배터리에 대한 데이터의 시작 시간이 반드시 첫번째 데이터가 아니더라도 무관한 것을 특징으로 한다.

[0023] 바람직하게는, 상기 순환신경망은 장단기 메모리(Long-short term memory) 및 게이트 순환 유닛(Gated Recurrent Units)을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 명세서의 다른 실시예에 따르면, 본 명세서에 따른 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 장치는, 하나 이상의 인스트럭션들(instructions)을 저장하는 메모리; 상기 저장된 하나 이상의 인스터럭션들을 실행함으로써, 배터리의 잔존 수명이 소정의 값에 이를 때까지 배터리를 충방전하면서, 샘플링 주기마다 측정되는 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 입력받아 상기 배터리의 내부저항을 예측하는 순환신경망(Recurrent Neural Network)을 구성하는 하나 이상의 프로세서; 운용 환경에 있는 특정 배터리에 대해 샘플링 주기마다 측정된 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 입력받는 입력부; 및 학습된 순환신경망에 의해 예측된 상기 특정 배터리의 내부저항을 출력하는 출력부를 포함한다.

발명의 효과

[0026] 이상에서 설명한 바와 같이 본 명세서에 의하면, 운용 환경에 있는 특정 배터리에 대해 샘플링 주기마다 측정된 전류, 전압 및 온도 중 어느 하나 이상을 포함하는 데이터를 학습된 순환신경망에 입력하고, 학습된 순환신경망에 의해, 특정 배터리의 내부저항을 예측하는 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법 및 장치를 제공함으로써, 배터리의 내부저항 예측을 통해 배터리의 노화 정도를 간접적으로 알 수 있고, 배터리 불량 및 사고 진단 예측에 도움을 줄 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 내부저항 예측 장치 내부의 개략적인 구성을 나타낸 블록 구성도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 분석부가 갖는 기능의 일례를 도시한 블록도,

도 3은 본 발명의 실시 형태에 관한 배터리 내부저항 예측 장치의 기능을 실현 가능한 하드웨어의 일례를 도시한 블록도,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 순환신경망의 구조를 나타낸 도면, 및

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0030] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0031] 또한, 본 명세서에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.

[0032] 또한, 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0034] 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니됨을 유의해야 한다.

[0035] 먼저, 본 발명을 설명하기에 앞서, 본 명세서에서 언급될 용어를 아래와 같이 명확히 정의하고 사용한다.

[0036] SOH(State of Health)는 배터리의 현재상태, 성능상태, 노화상태 등을 의미하는 것으로서, 이는 배터리의 내부 저항, 임피던스, 컨덕턴스, 용량, 전압, 자가 방전, 충전 성능 등 다양한 관점에서 제조사 혹은 사용자에 따라 여러 가지 방법으로 정의될 수 있다. SOH는 일반적으로 아래의 수식 등으로 정의될 수 있다.

[0037] SOH = 현재 내부 저항값/초기 내부 저항값 · · · · · 식A

[0038] SOH = 현재 배터리 용량값/최초 배터리 용량값 · · · · · 식B

[0039] 본 명세서에서는 식A를 이용하여 정의된 SOH를 통해 전체적인 본 발명을 설명하되, 본 발명이 반드시 식A에 의해 정의된 SOH만을 사용하는 경우에 한정되지 않는다. 본 발명은 배터리의 잔존 수명이나 노화정도를 가리키는 어떠한 수식으로 정의된 SOH에도 적용될 수 있다.

[0040] 다음으로, 사이클이란 연속된 배터리의 충전 및 방전 과정을 가리킨다. 1 사이클이란 배터리를 현재 배터리 용량 값까지 충전한 후 본 배터리에서 전력이 출력될 수 없을 때까지 방전하는 것을 말할 수 있다.

[0041] 다음으로, 배터리의 최종 수명(End of Life)과 관련하여, 식B에 의해 정의된 SOH가 80%에 도달했을 때 배터리는 최종 수명에 도달했다고 정의할 수 있다. 또한, 본 EOL은 사이클 단위로 표시될 수 있다. 예를 들어, EOL은, SOH가 80%, 즉, EOL에 도달한 배터리가 그 동안 수행했던 충전 및 방전의 사이클 횟수로 표시될 수 있다.

[0042] 마지막으로, 잔존 수명(Remaining Useful Life)은 최종 수명(EOL)까지 남은 사이클을 말하는 것으로 하기 식C와 같이 정의할 수 있다. 본 발명의 배경 등에서 설명한 바와 같이, 배터리는 충방전을 통해 SOH가 점차적으로 줄어든다.

[0043] RUL = EOL - 현재까지 누적한 충방전 사이클 수 · · · · 식C

[0044] 즉, SOH가 언제 80% 이하가 될 것인지, 다시 말해 몇 번의 충방전 사이클을 수행한 후에 SOH가 80% 이하가 될 것인지 예측하는 것은 EOL을 예측하는 것과 동일하다. 또한, EOL을 예측하면 식C에 의해 RUL을 자연스럽게 도출할 수 있다. 예를 들어, 현재까지 누적한 배터리의 충방전 사이클 수가 50이라고 한다면, 단순히 상기 50은 카운팅을 통해 명확히 얻을 수 있다. 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 기계학습을 통해 EOL이 600이라고 예측할 수 있고, 최종적으로 상기 예측을 통해 RUL은 550이라는 것을 도출할 수 있다. 한편, EOL은 SOH가 80%에 달하는 것으로 설명하였으나, 80%에 한정된 것은 아니며, 상기 수치는 임의로 설정될 수 있다.

[0045] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 내부저항 예측 장치 내부의 개략적인 구성을 나타낸 블록 구성도이다.

[0046] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 배터리 내부저항 예측 장치는 데이터 수집부(110), 데이터 전처리부(120) 및 배터리 내부저항 예측부(130)를 포함할 수 있다.

[0047] 데이터 수집부(110)는 소정의 사이클 수만큼 배터리를 충방전하면서, 각 사이클 별, 나아가 각 사이클의 소정의 시간(즉, 샘플링 주기) 동안 출력되는 데이터를 수집한다. 여기서, 본 발명의 실시예에서 샘플링 주기는 1초, 1분 등으로 설정될 수 있다.

[0048] 한편, 인공지능 모델에 입력되는 신호의 길이가 길어질수록 인공지능 모델의 연산량이 증가하고 과적합(Overfitting) 문제가 발생할 수 있다. 또한, 배터리의 종류 및 충방전 패턴에 따라 상이한 샘플링 주기를 최적화할 필요가 있다. 따라서, 본 발명에 따른 데이터 수집부(110)는 수집된 데이터의 샘플링 주기를 변환하는 샘플링 주기 변환부(112)를 포함할 수 있다. 샘플링 주기 변환부(112)는 업 샘플링과 다운 샘플링 방식으로 샘플링 주기를 변환할 수 있다. 예컨대, 상기 샘플링 주기는 분, 초, 밀리초, 마이크로초 단위가 될 수 있다.

[0049] 업 샘플링은 샘플링 주기를 더 짧게 만드는 방법으로서, 선형 보간법(Linear Interpolation), 삼차 보간법(Cubic Interpolation), 쌍선형 보간법(Bilinear Interpolation) 및 쌍삼차보간법(Bicubic Interpolation) 등의 보간법을 사용하여 업 샘플링을 수행할 수 있다.

[0050] 다운 샘플링은 샘플링 주기를 더 길게 만드는 방법으로서, 디지털 신호처리인 데시메이션(decimation)을 통하여 샘플링 주기를 더 길게 만들 수 있다.

[0051] 데이터 전처리부(120)는 데이터 수집부(110)에 의해 수집된 데이터에 대하여 전처리를 수행한다. 이를 위해, 데이터 전처리부(120)는 데이터 분석부(122) 및 데이터 크기 변환부(124)를 포함할 수 있다.

[0052] 데이터 분석부(122)는 수집된 데이터에 대하여, 이상치를 제거하거나 이상치를 기설정된 제1 값으로 대체하는 이상치 전처리, 결측치를 제거하거나 결측치를 기설정된 제2 값으로 대체하는 결측치 전처리, 데이터 간의 상관관계를 산출하는 상관계수 보고 처리 및 잡음이 섞인 데이터를 복구하는 잡음 저감 처리 중 적어도 하나의 전처리를 수행한다. 본 발명에 따른 데이터 분석부(122)의 자세한 구성에 대해서는 도 2에서 설명하기로 한다.

[0053] 한편, 수집된 데이터의 일부를 전처리한 후 인공지능 모델에 입력하기 전의 전단계로서, 인공지능 모델 학습 및 상태 진단을 위해 피처 스케일링(Feature Scaling)이 중요하다. 즉, 서로 다른 변수의 값 범위를 일정 수준 및 크기로 맞추는 작업이 필요하다. 이에, 데이터 크기 변환부(124)는 데이터 분석부(122)에 의해 전처리된 데이터를 정규화(Normalization) 및 표준화(Standardization)한다.

[0054] 정규화는 서로 다른 범위의 변수들의 크기를 통일하기 위해 변환하는 작업으로서, 데이터의 범위를 0과 1 사이로 변환하여 데이터 분포를 조정하는 것을 나타내고, 다음의 수학식 1로 표현될 수 있다.

수학식 1

[0055]
$$x_{new} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

[0056] 여기서, x는 해당값, x_{min}은 최소값, x_{max}는 최대값을 나타낸다.

[0057] 표준화는 서로 다른 범위의 변수들을 평균이 0이고 분산이 1인 가우시안 정규 분포를 가진 값으로 변환하는 작업으로서, 값의 크기 범위가 다른 변수가 존재할 때, 변수 사이의 크기 차이를 제거해주는 효과가 있다. 표준화는 다음의 수학식 2로 표현될 수 있다.

수학식 2

[0058]
$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

[0059] 여기서, μ는 평균, σ는 표준편차를 나타낸다.

[0060] 따라서, 본 발명에 따른 데이터 크기 변환부(124)는 변수 값의 범위 또는 단위가 달라서 발생할 수 있는 문제점(예를 들면, 배터리로부터 수집된 데이터에 전압, 전류 및 온도 값만 있다고 가정할 경우, 평균과 분산, 최대, 최소값이 전부 상이함)을 예방할 수 있고, 인공지능 모델이 특정 데이터에 대해 편향성을 갖는 것을 방지할 수 있다.

[0061] 배터리 내부저항 예측부(130)는 데이터 크기 변환부(124)에 의해 정규화 및 표준화된 데이터를 신경망에 학습시켜 배터리의 내부저항을 예측한다. 예를 들면, 배터리 내부저항 예측부(130)는 학습된 신경망을 통해 제1 사이클에 수집된 데이터를 기준값으로 설정하고, 제2 사이클에 수집된 데이터를 기준값과 비교하여 배터리의 내부저항을 예측하며, 제3 사이클에 수집된 데이터를 통해 예측된 배터리의 내부저항을 검증할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 배터리 내부저항 예측 장치는 학습된 신경망을 통해 제1 사이클에서 수집된 제1 데이터와 제2 사이클에서 수집된 제2 데이터를 비교한 후, 제1 데이터와 제2 데이터의 차이값에 기초하여 배터리의 내부저항을 예측한다.

[0062] 한편, 본 발명은 상기 제1 사이클 내지 제3 사이클 간의 비교를 통해 배터리의 내부저항을 예측할 수도 있지만, 이는 강학상 '비교'라는 단어를 사용했을 뿐 본 발명은 반드시 이에 한정되지 않는다. 즉, 본 발명을 통해 학습

이 완료된 신경망에 제1 사이클 내지 제3 사이클에 해당하는 데이터가 입력되고, 학습된 상기 신경망이 소정의 메커니즘을 통해 상기 입력된 데이터를 분석하여 데이터를 출력함으로써 배터리의 내부저항을 예측할 수 있다.

[0063] 더욱 구체적으로 배터리 내부저항 예측부(130)는 배터리의 잔존 수명이 소정의 값에 이를 때까지 배터리를 충방전하면서, 각 충방전 사이클 내 소정의 시간 동안 측정되는 전류, 전압, 및 온도를 포함하는 데이터를 입력받아 상기 배터리의 내부저항을 예측하는 신경망을 구성할 수 있다. 더욱 구체적으로 배터리 내부저항 예측부(130)는 화학적 속성이 동일 또는 극히 유사한 배터리로 이루어진 배터리 집합의 각각의 배터리에 대해서 각 배터리의 수명이 다할 때까지, 즉, SOH가 특정값 이하로 내려갈 때까지 배터리를 충방전하면서 발생시킨 데이터를 처리할 수 있다. 더욱 구체적으로 배터리 집합의 각 배터리를 충방전하면서 소정의 시간 동안, 예를 들어, 1초 동안 전류, 전압, 온도를 측정하되, 배터리의 충방전을 반복하면서 최종적으로 배터리의 SOH값이 80% 이하로 내려갈 때까지 데이터를 측정한다. 상기에서는 1초 또는 80%로 지시하였으나 본 발명은 상기 수치에 한정된 것은 아니다. 이처럼 SOH값이 특정값 이하로 내려갈 때 측정된 수많은 데이터가 배터리 내부저항 예측 장치에 입력되어 배터리 내부저항 예측부(130)에서 처리되는 것이다.

[0064] 여기서, 배터리 내부저항 예측부(130)는 시퀀스 데이터 처리에 강점을 가진 순환신경망(Recurrent Neural Network, RNN)을 기본 구조로 사용한다. 순환신경망에서는, 도 4와 같이 은닉층의 결과값이 다시 다음 입력 데이터에 사용되는 은닉층에 입력됨으로써 과거의 데이터가 신경망에 반영된다. 여기서, 순환신경망은 장단기 메모리(Long-short term memory, LSTM) 및 게이트 순환 유닛(Gated Recurrent Units, GRU) 등을 사용할 수 있다.

[0065] 또한, 배터리 내부저항 예측부(130)는 정규화 및 표준화된 데이터의 일부를 신경망에 입력하여 배터리의 내부저항을 예측할 수 있다.

[0066] 또한, 배터리 내부저항 예측부(130)는 정규화 및 표준화된 데이터를 특정한 간격(예를 들면, 시간 및 주기 등)으로 분할하여 신경망에 입력할 수 있다.

[0067] 한편, 도 1의 장치는 ESS(Energy Storage System), EV(Electric Vehicle) 및 UPS(Uninterruptible Power Supply system) 등과 같이 배터리가 장착되어 운용 중인 환경의 모든 장치를 의미할 수 있다.

[0068] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 분석부가 갖는 기능의 일례를 도시한 블록도이다.

[0069] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 데이터 분석부(122)는 이상치 전처리부(210), 결측치 전처리부(220), 상관계수 보고부(230) 및 잡음 저감부(240)를 포함할 수 있다.

[0070] 이상치 전처리부(210)는 수집된 데이터의 각 피처(feature)에서 이상치를 탐지하고, 이상치를 제거하거나 이상치를 기설정된 제1 값으로 대체한다. 이를 위해, 이상치 전처리부(210)는 이상치 탐지부(212) 및 이상치 삭제 및 대체부(214)를 포함할 수 있다.

[0071] 이상치 탐지부(212)는 각 피처에 대해 임의의 임계값보다 크거나 작은 값을 이상치로 판단한다. 구체적으로는, 이상치 탐지부(212)는 사분위 범위(interquartile range, IQR)를 이용한 방법 및 기계 학습(Machine Learning)을 이용한 방법을 이용하여 이상치를 탐지할 수 있다. 즉, 이상치 탐지부(212)는 각 피처를 오름차순으로 정렬하고, 각 피처를 4등분으로 나눈 후, 나누어진 값들 중 75% 지점과 25% 지점의 차이를 사분위 범위로 정의하며, 사분위 범위에 1.5를 곱한 값에 75% 지점 값을 더한 값을 최대값으로 결정하고, 사분위 범위에 1.5를 곱한 값에 25% 지점 값을 더한 값을 최소값으로 결정하며, 최대값과 최소값을 넘은 값을 이상치로 판단할 수 있다. 이상치 탐지부(212)는 DBSCAN 및 One-Class SVM 등 데이터의 특성에 따른 분포를 벗어나는 값을 찾아내는 기계 학습을 기반으로 이상치를 탐지할 수 있다.

[0072] 이상치 삭제 및 대체부(214)는 이상치를 제거하고, 이상치가 중요하다고 판단되면 삭제가 아닌 특정값으로 대체할 수 있다. 구체적으로는, 이상치 삭제 및 대체부(214)는 이상치를 빈도가 가장 높은 값, 특정값 및 평균값 등으로 대체할 수 있다. 또한, 이상치 삭제 및 대체부(2124)는 선형 보간법(Linear Interpolation), 삼차 보간법(Cubic Interpolation), 쌍선형 보간법(Bilinear Interpolation) 및 쌍삼차 보간법(Bicubic Interpolation) 등을 이용하여 이상치를 특정값으로 대체할 수 있다. 또한, 이상치 삭제 및 대체부(214)는 비슷한 데이터 특성을 가지는 데이터 중 어느 하나를 랜덤하게 선택하는 핫덱 대체법(Hot-Deck Imputation)을 이용하여 이상치를 특정값으로 대체할 수 있다.

[0073] 결측치 전처리부(220)는 수집된 데이터의 각 피처에서 결측치를 탐지하고, 결측치를 제거하거나 결측치를 기설정된 제2 값으로 대체한다. 이를 위해, 결측치 전처리부(220)는 결측치 탐지부(222) 및 결측치 삭제 및 대체부(224)를 포함할 수 있다

[0074] 결측치 탐지부(222)는 각 피처에 대해 실제 신호가 들어와야 되는 시간에 들어오지 않거나 원하는 형태의 값이 아닌 값을 결측치(특수문자 및 공백 등)로 판단한다.

[0075] 결측치 삭제 및 대체부(224)는 결측치를 제거하고 결측치가 중요하다고 판단되면 삭제가 아닌 특정값으로 대체할 수 있다. 결측치 삭제 및 대체부(224)가 결측치를 특정값으로 대체하는 방법은 상술한 이상치 삭제 및 대체부(214)가 이상치를 특정값으로 대체하는 방법과 동일하므로, 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.

[0076] 한편, 인공지능 모델을 학습할 때 많은 피처를 반영하면 그만큼의 데이터양이 필요하다. 또한, 데이터가 적은 경우 과적합(Overfitting) 문제가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해, 적절한 피처를 선택해서 인공지능 모델에 사용해야 인공지능 모델의 신뢰성을 높일 수 있다. 이를 위해, 상관계수 보고부(230)는 데이터 간의 상관관계를 산출한다. 구체적으로는, 상관계수 보고부(230)는 각 피처와, 잔존 용량(State of Charge), 용량 수명(State of Health), 출력 수명(State of Power) 및 균형 수명(State of Balance) 중 어느 하나 사이의 상관관계를 산출할 수 있다.

[0077] 또한, 상관계수 보고부(230)는 상관 계수가 0에 수렴할수록 상관성이 없는 피처이고, 상관 계수가 1이나 -1에 가까울수록 상관성이 높은 피처로 판단할 수 있다.

[0078] 한편, 통신 환경 및 기기 상태에 따라 데이터에 잡음이 섞일 수 있다. 따라서, 해당 데이터를 매끄럽게 하기 위해 잡음 저감부가 필요하다. 본 발명에 따른 잡음 저감부(240)는 잡음이 섞인 데이터를 복구한다. 구체적으로는, 잡음 저감부(240)는, 잡음이 섞인 데이터를 입력하면 잡음이 저감된 데이터를 출력하는 심층신경망 기반의 잡음 저감(Denoising Autoencoder)을 이용할 수 있다. 또한, 잡음 저감부(240)는, 주변 양쪽 데이터들을 평균 내어 잡음을 저감하는 필터 기반의 잡음 저감(Moving average filter)을 이용할 수 있다.

[0079] 이하에서는, 본 발명에 따른 배터리 내부저항 예측 장치의 구체적인 구성에 대해서 설명하기로 한다.

[0080] 도 3을 참조하면, 배터리 내부저항 예측 장치의 기능을 실현 가능한 하드웨어에 대해서 설명한다. 도 3은 본 발명의 실시 형태에 관한 배터리 내부저항 예측 장치의 기능을 실현 가능한 하드웨어의 일례를 도시한 블록도이다.

[0081] 배터리 내부저항 예측 장치가 갖는 기능은, 예컨대, 도 3에 도시하는 하드웨어 자원을 이용하여 실현하는 것이 가능하다. 즉, 배터리 내부저항 예측 장치가 갖는 기능은, 컴퓨터 프로그램을 이용하여 도 3에 도시하는 하드웨어를 제어함으로써 실현된다.

[0082] 도 3에 도시한 바와 같이, 이 하드웨어는, 주로, CPU(302), ROM(Read Only Memory)(304), RAM(306), 호스트 버스(308), 및 브리지(310)를 갖는다. 또한, 이 하드웨어는, 외부 버스(312), 인터페이스(314), 입력부(316), 출력부(318), 기억부(320), 드라이브(322), 접속 포트(324), 및 통신부(326)를 갖는다.

[0083] CPU(302)는, 예컨대, 연산 처리 장치 또는 제어 장치로서 기능하여, ROM(304), RAM(306), 기억부(320), 또는 리무버블 기록 매체(328)에 기록된 각종 프로그램에 기초하여 각 구성 요소의 동작 전반 또는 그 일부를 제어한다.

[0084] ROM(304)은, CPU(302)에 판독되는 프로그램이나 연산에 이용하는 데이터 등을 저장하는 기억 장치의 일례이다. RAM(306)에는, 예컨대, CPU(302)에 판독되는 프로그램이나, 그 프로그램을 실행할 때 변화하는 각종 파라미터 등이 일시적 또는 영속적으로 저장된다.

[0085] 이들 요소는, 예컨대, 고속의 데이터 전송이 가능한 호스트 버스(308)를 통해서 서로 접속된다. 한편, 호스트 버스(308)는, 예컨대, 브리지(310)를 통해서 비교적 데이터 전송 속도가 저속인 외부 버스(312)에 접속된다. 또한, 입력부(316)로서는, 예컨대, 마우스, 키보드, 터치 패널, 터치 패드, 버튼, 스위치, 및 레버 등이 이용된다. 또한, 입력부(316)로서는, 적외선이나 그 밖의 전파를 이용하여 제어 신호를 송신하는 것이 가능한 리모트 컨트롤러가 이용될 수 있다.

[0086] 출력부(318)로서는, 예컨대, CRT(Cathode Ray Tube), LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), 또는 ELD(Electro-Luminescence Display) 등의 디스플레이 장치가 이용될 수 있다. 또한, 출력부(318)로서, 스피커나 헤드폰 등의 오디오 출력 장치, 또는 프린터 등이 이용될 수 있다.

[0087] 기억부(320)는, 각종 데이터를 저장하기 위한 장치이다. 기억부(320)로서는, 예컨대, HDD 등의 자기 기억 디바이스가 이용된다. 또한, 기억부(320)로서, SSD(Solid State Drive)나 RAM 디스크 등의 반도체 기억 디바이스, 광기억 디바이스, 또는 광자기 기억 디바이스 등이 이용되어도 된다.

[0088] 드라이브(322)는, 착탈 가능한 기록매체인 리무버블 기록 매체(328)에 기록된 정보를 판독하거나, 또는 리무버블 기록 매체(328)에 정보를 기록하는 장치이다. 리무버블 기록 매체(328)로서는, 예컨대, 자기 디스크, 광디스크, 광자기 디스크, 또는 반도체 메모리 등이 이용된다. 또한, 리무버블 기록 매체(328)에는, 배터리 내부저항 예측 장치의 동작을 규정하는 프로그램이 저장될 수 있다.

[0089] 접속 포트(324)는, 예컨대, USB(Universal Serial Bus) 포트, IEEE 1394 포트, SCSI(Small Computer System Interface), RS-232C 포트, 또는 광오디오 단자 등, 외부 접속 기기(330)를 접속하기 위한 포트이다. 외부 접속 기기(330)로서는, 예컨대, 프린터 등이 이용된다.

[0090] 통신부(326)는, 네트워크(332)에 접속하기 위한 통신 디바이스이다. 통신부(326)로서는, 예컨대, 유선 또는 무선 LAN용 통신 회로, WUSB(Wireless USB)용 통신 회로, 휴대 전화 네트워크용 통신 회로 등이 이용될 수 있다. 네트워크(332)는, 예컨대, 유선 또는 무선에 의해 접속된 네트워크이다.

[0091] 이상, 배터리 내부저항 예측 장치의 하드웨어에 대해서 설명하였다. 또한, 상술한 하드웨어는 일례이며, 일부의 요소를 생략하는 변형이나, 새로운 요소를 추가하는 변형 등이 가능하다.

[0092] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 순환신경망의 구조를 나타낸 도면이다.

[0093] 인공지능 모델은 배터리 상태를 진단할 때, 입력되는 값(전압, 전류 및 온도 등 배터리로부터 센싱되는 데이터)으로 이루어진 파라미터 값을 입력받는다. 여기서 인공지능 모델에 입력하고자 하는 파라미터 값은 여러 조합으로 선택할 수 있다.

[0094] 예를 들어, 도 4를 참조하면, 인공지능 모델은 샘플링 주기마다 선택된 파라미터 값에 의해 순환신경망 내에 순차적으로 기설정된 시간(샘플링 주기)만큼 데이터를 입력하여 배터리의 내부 저항 값을 출력한다.

[0095] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신경망 기반의 배터리 내부저항 예측 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0096] 도 5를 참조하면, 배터리 내부저항 예측 장치는 소정의 사이클 수만큼 배터리를 충방전하면서, 샘플링 주기마다 출력되는 데이터를 수집한다(S510). 예를 들면, 샘플링 주기는 1초, 1분 등으로 설정될 수 있다.

[0097] 배터리 내부저항 예측 장치는 학습된 인공지능 모델에 입력할 변수(즉, 피처)를 선택한다(S520). 즉, 배터리 상태 진단을 할 때 입력되는 값(전압, 전류 및 온도 등 배터리로부터 센싱되는 데이터)이 항상 정해져 있는 것은 아니며, 학습된 인공지능 모델에 입력하고자 하는 파라미터 값을 선택해야 한다. 예를 들면, 전압=V, 전류=I, 온도=T인 경우, 배터리 내부저항 예측 장치는 ① V, I, T ② V, I ③ V, T ④ I, T ⑤ V ⑥ I ⑦ T 중에 어느 하나를 선택할 수 있다. 또한, 배터리 내부저항 예측 장치는 최대, 최소 및 평균 등을 포함한 배터리로부터 측정되는 모든 데이터의 조합을 선택할 수 있다.

[0098] 배터리 내부저항 예측 장치는 선택된 변수에 대한 전처리 방법으로서, 이상치를 제거하거나 이상치를 기설정된 제1 값으로 대체하는 이상치 전처리, 결측치를 제거하거나 결측치를 기설정된 제2 값으로 대체하는 결측치 전처리, 데이터 간의 상관관계를 산출하는 상관계수 보고 처리 및 잡음이 섞인 데이터를 복구하는 잡음 저감 처리 중에 적어도 하나를 선택한다(S530).

[0099] 배터리 내부저항 예측 장치는 선택된 변수에 대해서 선택된 전처리를 수행한다(S540).

[0100] 배터리 내부저항 예측 장치는 전처리된 변수를 학습된 인공지능 모델에 입력한다(S550).

[0101] 배터리 내부저항 예측 장치는 학습된 인공지능 모델에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었는지 여부를 판단한다(S560). 예를 들명, 배터리 내부저항 예측 장치는 전처리된 변수를 학습된 인공지능 모델에 입력하였을 때, 기설정된 시간만큼 데이터를 입력하지 않은 경우, 학습된 인공지능 모델에 적합하지 않은 것으로 판단할 수 있다.

[0102] 배터리 내부저항 예측 장치는 학습된 인공지능 모델에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되었다고 판단한 경우, 학습된 인공지능 모델을 통해 배터리의 내부저항을 예측한다(S570). 그리고 배터리 내부저항 예측 장치는 학습된 인공지능 모델에 기설정된 시간만큼의 데이터가 입력되지 않았다고 판단한 경우, 단계 S510으로 돌아가서 다음 샘플링 주기에 해당하는 데이터를 수집하여 학습된 인공지능 모델에 입력할 변수를 다시 선택한다.

[0103] 예를 들면, 배터리 내부저항 예측 장치는 신경망을 통해 제1 사이클에 수집된 데이터를 기준값으로 설정하고, 제2 사이클에 수집된 데이터를 기준값과 비교하여 배터리의 내부저항을 예측하며, 제3 사이클에 수집된 데이터를 통해 예측된 배터리의 내부저항을 검증할 수 있다. 즉, 배터리 내부저항 예측 장치는 신경망을 통해 제1 사

이클에서 수집된 제1 데이터와 제2 사이클에서 수집된 제2 데이터를 비교한 후, 제1 데이터와 제2 데이터의 차이값에 기초하여 배터리의 내부저항을 예측할 수 있다.

[0104] 한편, 본 발명은 상기 제1 사이클 내지 제3 사이클 간의 비교를 통해 배터리의 내부저항을 예측할 수도 있지만, 이는 강학상 '비교'라는 단어를 사용했을 뿐 본 발명은 반드시 이에 한정되지 않는다. 즉, 본 발명을 통해 학습이 완료된 신경망에 제1 사이클 내지 제3 사이클에 해당하는 데이터가 입력되고, 학습된 상기 신경망이 소정의 메커니즘을 통해 상기 입력된 데이터를 분석하여 데이터를 출력함으로써 배터리의 내부저항을 예측할 수 있다.

[0105] 더욱 구체적으로 배터리 내부저항 예측 장치는 배터리의 잔존 수명이 소정의 값에 이를 때까지 배터리를 충방전하면서, 각 충방전 사이클 내 소정의 시간 동안 측정되는 전류, 전압, 및 온도를 포함하는 데이터 집합을 입력받아 상기 배터리의 내부저항을 예측하는 신경망을 구성할 수 있다. 더욱 구체적으로 배터리 내부저항 예측 장치는 화학적 속성이 동일 또는 극히 유사한 배터리로 이루어진 배터리 집합의 각각의 배터리에 대해서 각 배터리의 수명이 다할 때까지, 즉, SOH가 특정값 이하로 내려갈 때까지 배터리를 충방전하면서 발생시킨 데이터를 처리할 수 있다. 더욱 구체적으로 배터리 집합의 각 배터리를 충방전하면서 소정의 시간 동안, 예를 들어, 1초 동안 전류, 전압 및 온도를 측정하되, 배터리의 충방전을 반복하면서 최종적으로 배터리의 SOH값이 80% 이하로 내려갈 때까지 데이터를 측정한다. 상기에서는 1초 또는 80%로 지시하였으나 본 발명은 상기 수치에 한정된 것은 아니다. 이처럼 SOH값이 특정값 이하로 내려갈 때 측정된 수많은 데이터가 배터리 내부저항 예측 장치에 입력되어 배터리 내부저항 예측부(130)에서 처리되는 것이다.

[0106] 전술한 방법은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(Firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

[0107] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로컨트롤러 및 마이크로프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0108] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0109] 이상에서 본 명세서에 개시된 실시예들을 첨부된 도면들을 참조로 설명하였다. 이와 같이 각 도면에 도시된 실시예들은 한정적으로 해석되면 아니되며, 본 명세서의 내용을 숙지한 당업자에 의해 서로 조합될 수 있고, 조합될 경우 일부 구성 요소들은 생략될 수도 있는 것으로 해석될 수 있다.

[0110] 여기서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 본 명세서에 개시된 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0111] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 명세서에 개시된 실시예에 불과할 뿐이고, 본 명세서에 개시된 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

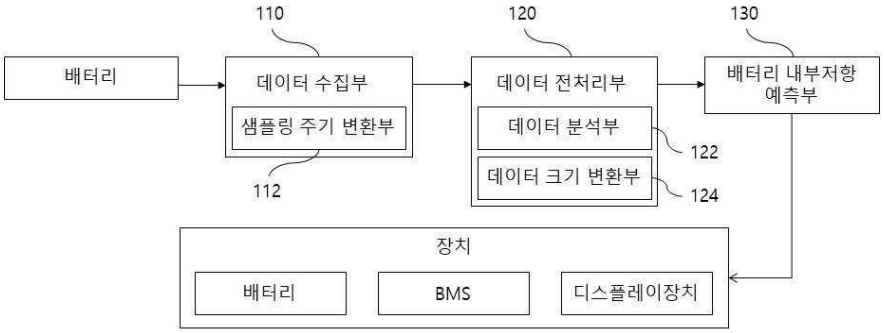
부호의 설명

[0113]

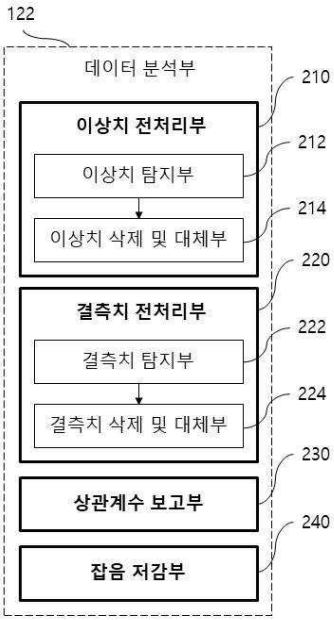
110: 데이터 수집부	112: 샘플링 주기 변환부
120: 데이터 전처리부	122: 데이터 분석부
124: 데이터 크기 변환부	130: 배터리 내부저항 예측부
210: 이상치 전처리부	212: 이상치 탐지부
214: 이상치 삭제 및 대체부	220: 결측치 전처리부
222: 결측치 탐지부	224: 결측치 삭제 및 대체부
230: 상관계수 보고부	240: 잡음 저감부

도면

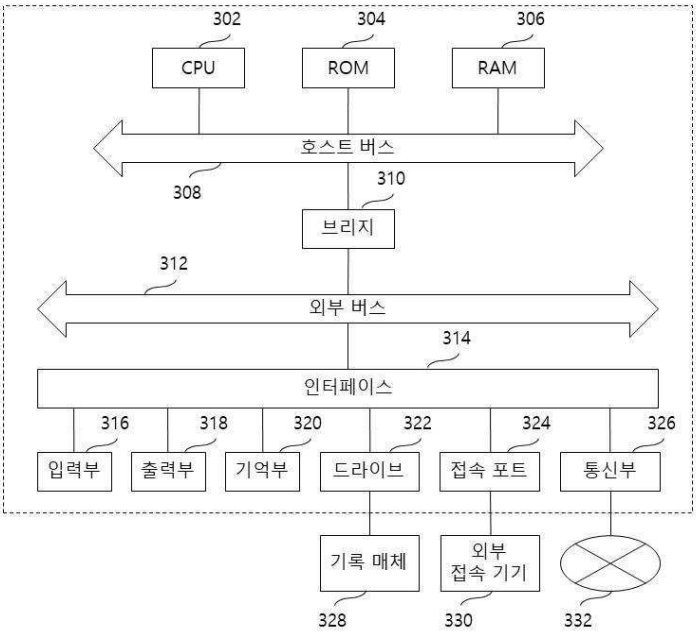
도면1


110
120
130
배터리
데이터 수집부
샘플링 주기 변환부
112
데이터 전처리부
데이터 분석부
122
데이터 크기 변환부
124
배터리 내부저항 예측부
장치
배터리
BMS
디스플레이장치

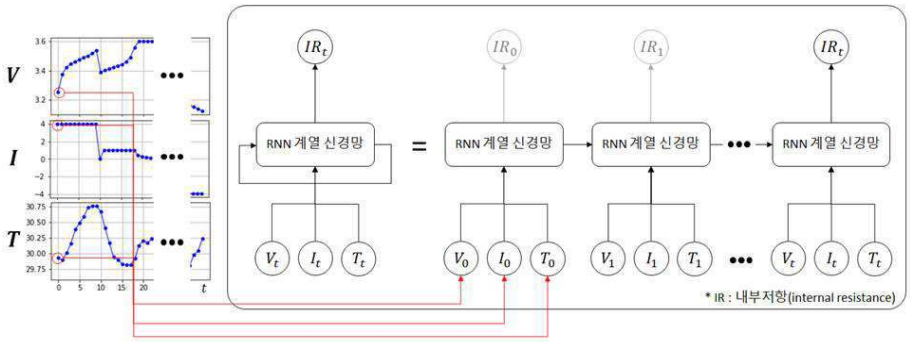
도면2


122
데이터 분석부
210
이상치 전처리부
212
이상치 탐지부
214
이상치 삭제 및 대체부
220
결측치 전처리부
222
결측치 탐지부
224
결측치 삭제 및 대체부
230
상관계수 보고부
240
잡음 저감부

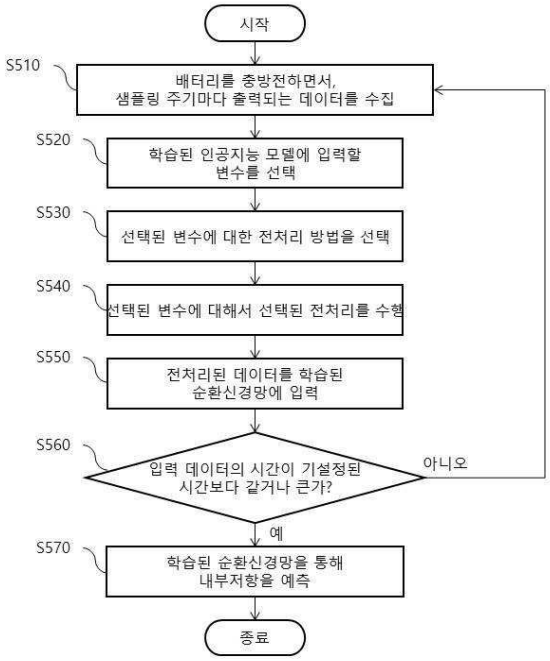
도면3


302
304
306
CPU
ROM
RAM
호스트 버스
308
310
브리지
312
외부 버스
314
인터페이스
316
318
320
322
324
326
입력부
출력부
기억부
드라이브
접속 포트
통신부
기록 매체
외부
접속 기기
328
330
332

도면4


V
I
T
t
RNN 계열 신경망
=
* IR : 내부저항(internal resistance)

도면5


시작
S510
배터리를 충방전하면서,
샘플링 주기마다 출력되는 데이터를 수집
S520
학습된 인공지능 모델에 입력할
변수를 선택
S530
선택된 변수에 대한 전처리 방법을 선택
S540
선택된 변수에 대해서 선택된 전처리를 수행
S550
전처리된 데이터를 학습된
순환신경망에 입력
S560
입력 데이터의 시간이 기설정된
시간보다 같거나 큰가?
아니오
예
S570
학습된 순환신경망을 통해
내부저항을 예측
종료