



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0062413
(43) 공개일자 2024년05월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/392 (2019.01) G01R 23/165 (2006.01)
G01R 31/367 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
G01R 31/392 (2019.01)
G01R 23/165 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-0143239
(22) 출원일자 2022년10월31일
심사청구일자 2022년10월31일
- (71) 출원인
주식회사 에스앤에스
경기도 여주시 가남읍 경충대로 1473-23
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
- (72) 발명자
이덕영
충북 충주시 칠금중앙로 30, 201동 1009호(칠금동
부영아파트)
김중훈
대전광역시 유성구 대학로 99 대학본부별관 403호
김재원
대전광역시 유성구 대학로 99 대학본부별관 403호
- (74) 대리인
특허법인아주

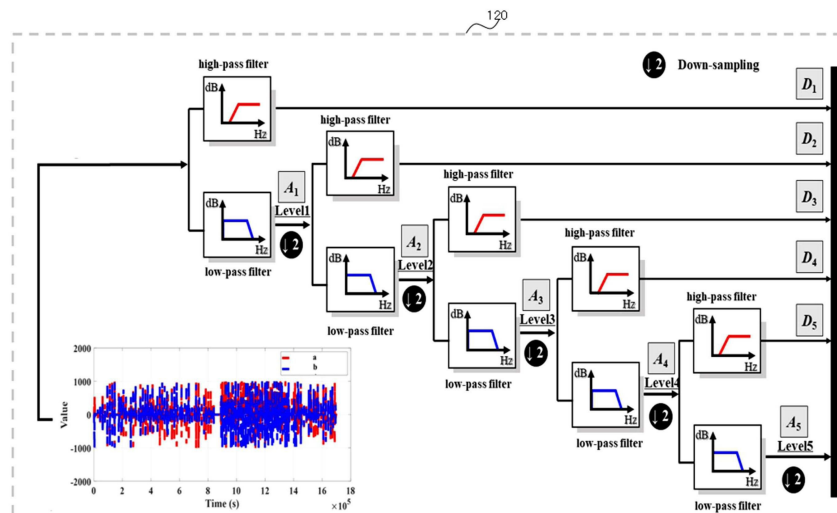
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 배터리의 잔여 수명 예측 장치와 방법

(57) 요약

배터리의 잔여 수명 예측 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일 측면에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 장치는, 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용할 파라미터로서, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화하는 파라미터를 도출하는 파라미터 산출 모듈; 상기 파라미터 값을 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 지정된 횟수만큼 반복함으로써, 단계적으로 노이즈가 제거된 최적화된 파라미터를 도출하는 파라미터 최적화 모듈; 및 상기 파라미터 최적화 모듈에서 산출된 최적화된 파라미터를 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용하여, 배터리의 잔여 수명을 예측하는 프로세서;를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01R 31/367 (2019.01)

명세서

청구범위

청구항 1

지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용할 파라미터로서, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화 하는 파라미터를 도출하는 파라미터 산출 모듈;

상기 파라미터 값을 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 지정된 횟수만큼 반복함으로써, 단계적으로 노이즈가 제거된 최적화된 파라미터를 도출하는 파라미터 최적화 모듈; 및

상기 파라미터 최적화 모듈에서 산출된 최적화된 파라미터를 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용하여, 배터리의 잔여 수명을 예측하는 프로세서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리의 잔여 수명 예측 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 파라미터 최적화 모듈은,

상기 최적화된 파라미터를 도출하기 위하여, 이산 웨이블릿 변환 기법을 적용하는 것을 특징으로 하는 배터리의 잔여 수명 예측 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 파라미터 최적화 모듈은,

상기 파라미터 산출 모듈에서 산출된 파라미터를, 각 단계별 고주파 필터와 저주파 필터를 사용하여, 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 상기 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 적어도 5회 반복하도록 구현된 것을 특징으로 하는 배터리의 잔여 수명 예측 장치.

청구항 4

파라미터 산출 모듈이, 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용할 파라미터로서, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화 하는 파라미터를 도출하는 단계;

파라미터 최적화 모듈이, 상기 파라미터 값을 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 지정된 횟수만큼 반복함으로써, 단계적으로 노이즈가 제거된 최적화된 파라미터를 도출하는 단계; 및

프로세서가, 상기 파라미터 최적화 모듈에서 산출된 최적화된 파라미터를 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용하여, 배터리의 잔여 수명을 예측하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리의 잔여 수명 예측 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 최적화된 파라미터를 도출하기 위하여,

상기 파라미터 최적화 모듈은, 이산 웨이블릿 변환 기법을 적용하는 것을 특징으로 하는 배터리의 잔여 수명 예측 방법.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 최적화된 파라미터를 도출하기 위하여,

상기 파라미터 최적화 모듈은,

상기 파라미터 산출 모듈에서 산출된 파라미터를, 각 단계별 고주파 필터와 저주파 필터를 사용하여, 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 상기 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 적어도 5회 반복하도록 구현된 것을 특징으로 하는 배터리의 잔여 수명 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리의 잔여 수명 예측 장치와 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화할 수 있는 파라미터를 산출하여, 상기 파라미터를 기 설정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용함으로써, 보다 정확한 배터리 잔여 수명을 예측할 수 있도록 하는, 배터리의 잔여 수명 예측 장치와 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 배터리는 에너지 저장 장치(energy storage system; ESS)를 사용함에 따라 주 에너지 원인 배터리의 가용 용량은 감소하게 된다.
- [0003] 이에 따라 배터리의 열화 거동을 예측하여 사용자에게 보다 정확한 배터리 보증 기간을 제공함으로써 에너지 저장 장치(ESS)에 대한 신뢰도를 증가시켜야 할 필요가 있다.
- [0004] 참고로 상기 에너지 저장 장치(ESS)는 가격 비중에 많은 부분을 차지하고 있는 배터리의 초기 용량을 산정해야 하며, 상기 배터리의 초기 용량을 산정하는 방법에는 대표적으로 오버사이징(Oversizing) 방법과 오그멘테이션(Augmentation) 방법이 있다.
- [0005] 상기 오버사이징 방법은 초기 증설 시 배터리 용량에 대한 마진을 두어 배터리를 설치하는 방법으로서, 초기에만 증설 비용을 투자하므로 간편하지만, 초기 설치 용량이 남는다면 비용 손실이 발생하는 단점이 있다.
- [0006] 또한 상기 오그멘테이션 방법은 에너지 저장 장치(ESS)의 요구에 맞는 증설 시기 및 교체 주기 파악을 통해 적절한 증설을 진행하여, 상기 오버사이징 방법 대비 약 20% 내외의 비용 절감 효과가 있는 장점이 있다.
- [0007] 따라서 적절한 배터리의 증설을 위해서는 증설 시기 및 교체 주기 파악이 우선시 되어야 하며, 배터리의 교체 주기 및 증설 시기 예측을 위해서는 배터리의 잔여 수명에 대한 이해가 필요하며, 이는 배터리의 이력 데이터를 기반으로 배터리의 잔여 수명(remaining-useful-life : RUL) 예측이 필수적이다.
- [0008] 그런데 상기 배터리는 충전상태(state-of-charge : SOC), C-rate, 및 온도 조건에 따라 배터리 특성이 변화하며, 이에 따라 상기 가변적 배터리 변화를 반영할 수 있는 배터리의 잔여 수명 예측 모델을 설계하여 배터리의 잔여 수명을 예측하고 있다. 하지만 동일한 배터리의 잔여 수명 예측 모델을 사용하더라도 적용되는 파라미터에 따라 정확도에는 차이가 발생하게 된다.
- [0009] 따라서 보다 정확한 배터리 잔여 수명을 예측하기 위해서는, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화할 수 있는 최적의 파라미터를 산출하여, 상기 산출한 최적의 파라미터를 산출하여 상기 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용할 수 있도록 하는 기술이 필요한 상황이다.
- [0010] 본 발명의 배경기술은 대한민국 등록특허 10-2441800호(2022.09.05. 등록, 배터리 수명 예측 방법 및 장치)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창작된 것으로서, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화할 수 있는 파라미터를 산출하여, 상기 파라미터를 기 설정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용함으로써, 보다 정확한 배터리 잔여 수명을 예측할 수 있도록 하는, 배터리의 잔여 수명 예측 장치와 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 장치는, 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용할 파라미터로서, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화 하는 파라미터를 도출하는 파라미터 산출 모듈; 상기 파라미터 값을 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 지정된 횟수만큼 반복함으로써, 단계적으로 노이즈가 제거된 최적화된 파라미터를 도출하는 파라미터 최적화 모듈; 및 상기 파라미터 최적화 모듈에서 산출된 최적화된 파라미터를 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용하여, 배터리의 잔여 수명을 예측하는 프로세서;를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명에 있어서, 상기 파라미터 최적화 모듈은, 상기 최적화된 파라미터를 도출하기 위하여, 이산 웨이블릿 변환 기법을 적용할 수 있다.
- [0015] 본 발명에 있어서, 상기 파라미터 최적화 모듈은, 상기 파라미터 산출 모듈에서 산출된 파라미터를, 각 단계별 고주파 필터와 저주파 필터를 사용하여, 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 상기 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 적어도 5회 반복하도록 구현될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 방법은, 파라미터 산출 모듈이, 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용할 파라미터로서, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화 하는 파라미터를 도출하는 단계; 파라미터 최적화 모듈이, 상기 파라미터 값을 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 지정된 횟수만큼 반복함으로써, 단계적으로 노이즈가 제거된 최적화된 파라미터를 도출하는 단계; 및 프로세서가, 상기 파라미터 최적화 모듈에서 산출된 최적화된 파라미터를 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용하여, 배터리의 잔여 수명을 예측하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 최적화된 파라미터를 도출하기 위하여, 상기 파라미터 최적화 모듈은, 이산 웨이블릿 변환 기법을 적용할 수 있다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 상기 최적화된 파라미터를 도출하기 위하여, 상기 파라미터 최적화 모듈은, 상기 파라미터 산출 모듈에서 산출된 파라미터를, 각 단계별 고주파 필터와 저주파 필터를 사용하여, 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 상기 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계를 적어도 5회 반복하도록 구현될 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화할 수 있는 파라미터를 산출하여, 상기 파라미터를 기 설정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용함으로써, 보다 정확한 배터리 잔여 수명을 예측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 장치의 개략적인 구성을 보인 예시도이다.
- 도 2는 상기 도 1에 있어서, 파라미터 최적화 모듈의 구성을 개략적으로 보인 예시도이다.
- 도 3은 상기 도 1에 있어서, 파라미터 최적화 모듈을 통해 단계(Level)별로 노이즈가 제거되는 효과를 보여주는 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 장치와 방법의 일 실시 예를 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0022] 또한, 본 명세서에서 설명된 구현은, 예컨대, 방법 또는 프로세스, 장치, 소프트웨어 프로그램, 데이터 스트림 또는 신호로 구현될 수 있다. 단일 형태의 구현의 맥락에서만 논의(예컨대, 방법으로서만 논의)되었더라도, 논의된 특징의 구현은 또한 다른 형태(예컨대, 장치 또는 프로그램)로도 구현될 수 있다. 장치는 적절한 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어 등으로 구현될 수 있다. 방법은, 예컨대, 컴퓨터, 마이크로프로세서, 집적 회로 또는 프로그래밍 가능한 로직 디바이스 등을 포함하는 프로세싱 디바이스를 일반적으로 지칭하는 프로세서 등과 같은 장치에서 구현될 수 있다. 프로세서는 또한 최종-사용자 사이에 정보의 통신을 용이하게 하는 컴퓨터, 셀 폰, 휴대용/개인용 정보 단말기(personal digital assistant: "PDA") 및 다른 디바이스 등과 같은 통신 디바이스를 포함한다.
- [0023] 또한, 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0024] 이하, 본 발명에 따른 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 장치의 개략적인 구성을 보인 예시도이고, 도 2는 상기 도 1에 있어서, 파라미터 최적화 모듈의 구성을 개략적으로 보인 예시도이며, 도 3은 상기 도 1에 있어서, 파라미터 최적화 모듈을 통해 단계(Level)별로 노이즈가 제거되는 효과를 보여주는 예시도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 본 실시 예에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 장치는, 파라미터 산출 모듈(110), 파라미터 최적화 모듈(120), 및 프로세서(130)를 포함한다.
- [0027] 파라미터 산출 모듈(110)은, 배터리의 전류를 바탕으로, 아래의 수학적 식 1과 같은 배터리의 잔여 수명 예측 모델(Q_{model})에 적용할 파라미터(a, b)를 도출(산출)한다. 즉, 상기 파라미터 산출 모듈(110)은 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화 하는 파라미터(a, b)를 도출한다.
- [0028] 다만 상기 파라미터(a, b)를 도출(산출)하는 방식은 공지기술이라고 할 수도 있으므로, 이에 대한 구체적인 설명은 생략하며, 상기 파라미터(a, b)를 처리하여 아래의 최적화된 파라미터(a, b)를 산출하는 방법에 대해서 좀 더 구체적으로 설명한다.
- [0029] 파라미터 최적화 모듈(120)은 상기 파라미터 산출 모듈(110)에서 산출된 파라미터(a, b)에 기 설정된 방식(예 : 가변적 배터리 특성을 반영한 이산 웨이블릿 변환 기법)을 적용하여, 보다 정확한 배터리 잔여 수명을 예측하는데 최적화된 파라미터(a, b)를 산출한다.
- [0030] 프로세서(130)는 상기 파라미터 최적화 모듈(120)에서 산출된 최적화된 파라미터(a, b)를 아래의 수학적 식 1과 같은 배터리의 잔여 수명 예측 모델(Q_{model})에 적용하여 배터리 잔여 수명을 예측한다.

수학식 1

$$Q_{model} = (aSOC + b) \exp\left(\frac{-E_a + C_{rate}}{R_{gas} \cdot T_K}\right) \cdot Ah^z$$

수학식 2

$$Ah = Number of cycle \times SOC range(\%) \times Amphere$$

수학식 3

$$\begin{pmatrix} P_1 & G_1 \\ \vdots & \vdots \\ P_k & G_k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \min(Q_{real} - Q_{model})_1 \\ \vdots \\ \min(Q_{real} - Q_{model})_k \end{pmatrix} \quad \begin{aligned} P &= aSOC \cdot \exp\left(\frac{-E_a + C_{rate}}{R_{gas} \cdot T_K}\right) Ah^z \\ G &= b \cdot \exp\left(\frac{-E_a + C_{rate}}{R_{gas} \cdot T_K}\right) Ah^z \end{aligned}$$

수학식 4

$$\begin{aligned} X &= A^{-1}Y \\ &= (A^T A)^{-1} A^T B \end{aligned}$$

여기서 상기 파라미터(a, b)는 배터리의 실제 용량 값과 배터리의 모델 용량 값을 최소화하는 파라미터 값으로 서, 수학식 3을 이용하여 도출할 수 있다.

그리고 E_a , R_{gas} 는 각각 활성화 기체 에너지와 기체 상수이며, 상수 값으로 대체할 수 있으며, Ah는 전류가 총 누적된 양을 나타내는 Ah-throughput으로서 수학식 2를 이용하여 도출할 수 있다. 또한 z는 이력 데이터의 방전 용량 경향성을 반영한 상수값이며, 수학식 3,4를 이용하여 파라미터(a, b)가 도출된다.

참고로 상기 파라미터(a, b) 값은 전류 데이터의 샘플링(sampling) 간격(예 : 1초)과 같이 도출되는데, 이는 최적화된 파라미터(a, b) 값을 도출하기 위한 데이터 저장 공간과 시간적인 문제로 모든 값을 사용할 수 없기 때 문이다.

파라미터 최적화 모듈(120)은 상기 파라미터 산출 모듈(110)에서 산출된 파라미터(a, b) 값을, 이산 웨이블릿 변환 기법 기반으로 고주파와 저주파로 나누어 저주파 영역에서의 파라미터(a, b) 값만 모델에 적용할 파라미터 로 사용하여 최적화된 파라미터(a, b) 값을 도출한다.

수학식 5

$$\begin{aligned} X &= pinv(A)B \\ &= (A^T A)^{-1} A^T B \end{aligned}$$

수학식 6

$$\begin{aligned}\min(\|B-AX\|^2) &= -2A^T(B-AX)=0 \\ &= -2A^TAX+2A^TAX\end{aligned}$$

[0040]

수학식 7

$$A_{m \times n} = U_{m \times m} \Sigma_{m \times n} V^T_{n \times n} \quad A = U \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_n \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} V^T$$

[0041]

수학식 8

$$\text{pinv}(A) = A^T = V \Sigma^+ U^T \quad A^T = V \begin{bmatrix} 1/\sigma_1 & & \\ & \ddots & \\ & & 1/\sigma_n & 0 \end{bmatrix} U^T$$

Σ^+

[0042]

수학식 9

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} = V \begin{bmatrix} 1/\sigma_1 & & \\ & \ddots & \\ & & 1/\sigma_n & 0 \end{bmatrix} U^T \begin{pmatrix} Q_{real,1} \\ \vdots \\ Q_{real,k} \end{pmatrix}$$

[0043]

수학식 10

$$\begin{aligned}x(t) &= \sum_{k=0}^{2^{N-j}-1} a_{j,k} 2^{-j/2} \phi(2^{-j}(t-k)) \\ &+ \sum_{j=1}^J \sum_{k=0}^{2^{N-j}-1} d_{j,k} 2^{-j/2} \psi(2^{-j}(t-k))\end{aligned}$$

[0044]

[0045] 참고로 상기 수학식 5는 무어-펜로즈 의사 역행렬(Pinv)을 사용하여 도출한 식이며, 수학식 6은 최소 제곱법 방식을 사용하여 배터리의 실제 용량과 모델 용량의 오차를 최소화하는 목적으로 사용하는 식으로서, 즉, 실제 용량(B 행렬)과 모델 용량(AX 행렬)의 오차를 최소화하는 수식이다.

[0046] 한편 A 행렬의 역행렬인 A^T를 도출하기 위하여, 수학식 7과 같은 특이 값 분해(Singular value decomposition; SVD) 수식을 사용한다. 즉, 수학식 7은 SVD 수식이며, 행렬 A를 세 가지 행렬의 곱으로 분해하여 의사 역행렬을 추출하는 방법(U: m x m 직교행렬로 A 행렬의 좌측 열 / V: n x n 직교행렬로 A 행렬의 우측 열 / Σ: m x n 직

사각 대각행렬로 대각 원소들은 A의 특이 값) / 여기서 σ 는 특이 값으로 정의된다)이 사용된다.

- [0047] 수학식 8은 세 가지 행렬의 곱을 역행렬 취해 A의 의사 역행렬(A^T) 추출한 식이며, 최종적으로 수학식 9와 같이 a, b 값을 의사 역행렬을 통해 도출한다.
- [0048] 수학식 10은 이산 웨이블릿 변환 식이며, 파라미터(a, b) 값을 $x(t)$ 로 변환하여 파라미터(a, b) 신호를 $(1/2^n)$ 배 만큼 분해하고, 다시 2^n 만큼 재구성하여 신호에 대한 노이즈를 제거함으로써 최적화된 파라미터(a, b) 값을 도출한다(도 2 참조).
- [0049] 다만 상기 수학식들은 본 실시 예에서 최적화된 파라미터(a, b) 값을 도출(산출)할 수 있음을 설명하기 위하여 기재된 것일 뿐이며, 반드시 상기 수학식을 한정하기 위한 것이 아님에 유의한다.
- [0050] 도 2를 참조하면, 파라미터 최적화 모듈(120)은, 상기 파라미터 산출 모듈(110)에서 산출된 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화 하는 파라미터(a, b)를, 각 단계별 고주파 필터와 저주파 필터를 사용하여, 고주파 신호와 저주파 신호(Level1 저주파 신호)로 구분하고, 다시 상기 저주파 신호를 고주파 신호와 저주파 신호(Level2 저주파 신호)로 구분하며, 다시 상기 저주파 신호를 고주파 신호와 저주파 신호(Level3 저주파 신호)로 구분하고, 다시 상기 저주파 신호를 고주파 신호와 저주파 신호(Level4 저주파 신호)로 구분하며, 다시 상기 저주파 신호를 고주파 신호와 저주파 신호(Level5 저주파 신호)로 구분한다.
- [0051] 여기서 상기 고주파 신호는 데이터의 이상 현상을 나타내는 신호이며, 상기 저주파 신호는 데이터의 경향성을 반영한다.
- [0052] 상기와 같이 상기 파라미터 최적화 모듈(120)은 이산 웨이블릿 변환 기법을 활용하여, 저주파 신호만 지정된 횟수만큼 반복하여 고주파 신호와 저주파 신호를 구분하여 저주파 신호만 도출함으로써, 도 3에 도시된 바와 같이, 단계(Level)적으로 노이즈가 제거됨으로써, 최종적으로 최적화된 파라미터(a, b)를 도출한다. 이 때 상기 고주파 신호와 저주파 신호를 구분하여 저주파 신호만 도출하는 반복 횟수는 조절될 수 있다.
- [0053] 또한 상기 저주파 신호의 용량 감소 경향성에 따라 비선형적인 용량 감소를 정확히 반영할 수 있게 된다.
- [0054] 한편 상기 프로세서(130)는 상기 파라미터 최적화 모듈(120)에서 산출된 최적화된 파라미터(a, b)를, 상기 수학식 1과 같은, 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델(Q_{model})에 적용하여 보다 정확한 배터리 잔여 수명을 예측할 수 있도록 한다.
- [0055] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 배터리의 잔여 수명 예측 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0056] 도 4를 참조하면, 파라미터 산출 모듈(110)은, 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델(Q_{model})에 적용할 파라미터(a, b)로서, 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화 하는 파라미터(a, b)를 도출한다(S101).
- [0057] 파라미터 최적화 모듈(120)은, 이산 웨이블릿 변환 기법을 활용하여, 상기 파라미터(a, b) 값을 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하고, 저주파 신호를 다시 고주파 신호와 저주파 신호로 구분하여 저주파 신호만 도출하는 단계(Level)를 지정된 횟수만큼 반복함으로써, 단계(Level)적으로 노이즈가 제거된 최적화된 파라미터(a, b)를 도출한다(S102).
- [0058] 프로세서(130)는 상기 파라미터 최적화 모듈(120)에서 산출된 최적화된 파라미터(a, b)를 지정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델(Q_{model})에 적용하여, 배터리의 잔여 수명을 보다 정확하게 예측할 수 있도록 한다(S103).
- [0059] 이에 따라 본 실시 예는 이력 데이터 기반 수명 예측 시, 최적화된 파라미터(a, b)를 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용하여, 보다 정확한 배터리의 잔여 수명을 예측할 수 있도록 함으로써, 사용자에게 정확한 교체 주기 및 증설 시기를 제공할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0060] 또한 본 실시 예는 배터리의 실제 용량 값과 모델 용량 값을 최소화할 수 있는 파라미터를 산출하여, 상기 파라미터를 기 설정된 배터리의 잔여 수명 예측 모델에 적용함으로써, 보다 정확한 배터리 잔여 수명을 예측할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0061] 또한 본 실시 예는 다양한 배터리 타입에 맞게 변경될 수 있으며, 일반적인 완전 충전, 및 완전 방전의 전류 프로파일이 아닌, 여러 가지 환경 조건의 프로파일에서도 활용 가능한 장점이 있다.
- [0062] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하

는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0063] 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

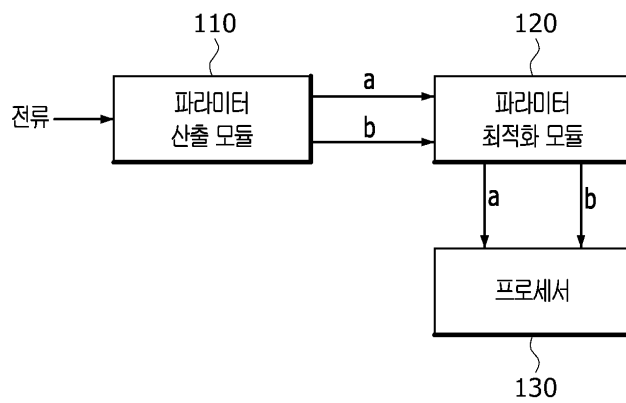
[0064] 110 : 파라미터 산출 모듈

120 : 파라미터 최적화 모듈

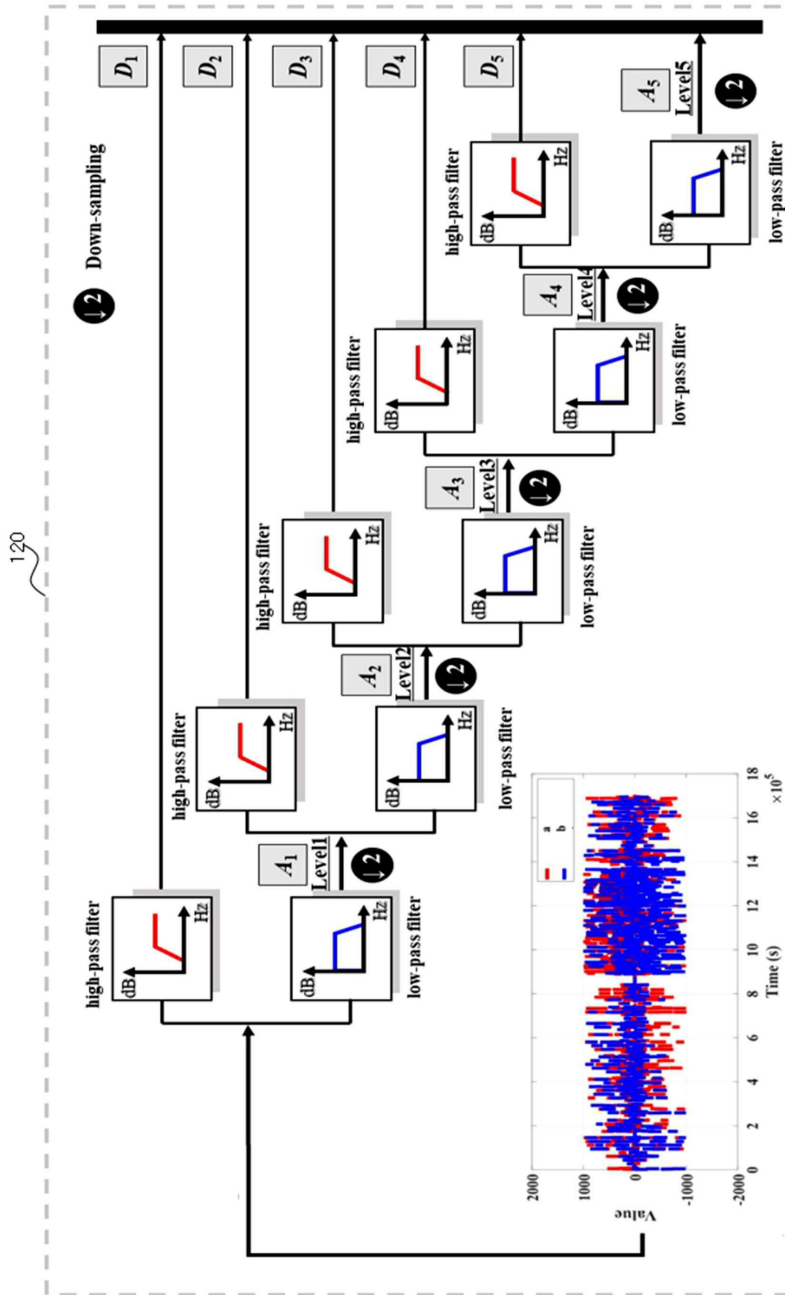
130 : 프로세서

도면

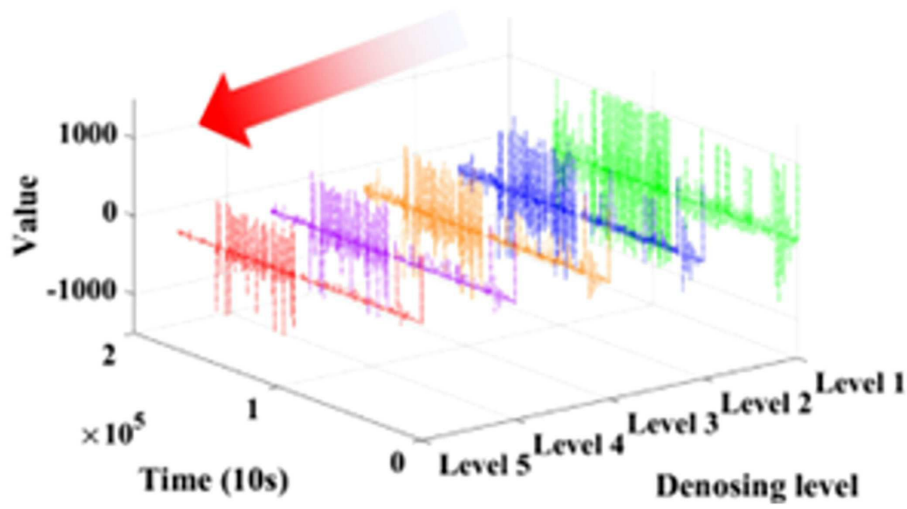
도면1



도면2



도면3



도면4

