

스마트 향로표지를 위한 안전한 전력 관리 기술에 관한 연구

장태욱*

*(주)퀵텀 솔루션 지능형 에너지 연구소

요 약 : 향로표지는 무인으로 운영이 되며 즉각적인 유지 보수등이 어려워 전력 관리 및 안전 운영이 중요한 요소가 된다. 기존 2차 전지 관리 시스템의 단점을 보완할 수 있는 기술을 확보 하여 안전한 자율 운영이 가능한 방법을 제시 하고자 한다.

핵심용어 : 향로표지, 안전 운영, 2차 전지, SoC, SoH

2차 전지 관리의 필요성

□ 수동적 관리로 인한 안전 사고

- 에너지 저장 장치 운영 중단 - 행안부 가동중단 권고 (2020년)
- 사용 용도와 무관한 관리 방안 (연계형, 수요관리용, 주파수조정용등)
- 통합 관리 체계 미흡 및 데이터 관리 소홀

□ 능동적 관리를 이용한 안전한 전력 관리 기술 제안

- 충전 데이터를 이용한 동적 SoC 측정 알고리즘
- 데이터 통합 관리를 기반한 배터리 건강도 측정 알고리즘

스마트 향로 표지 현장 시설 고도화

동적 SoC 측정 알고리즘

□ 칼만 필터를 이용한 동적 SoC (State of Charge) 측정

$$\begin{bmatrix} V_k \\ V_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 - \frac{\Delta t}{R_{d-1}C_{d-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{k-1} \\ V_{d-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\Delta t}{C_{k-1}} \\ \frac{\Delta t}{C_{d-1}} \end{bmatrix} I_i$$

$$V_i = V_k - V_d - R_{i-1}i_i + V_{k-1}$$

V_k : SoC에 따른 V_{oc}
 V_d : 순간 V_{oc} (Δt 가 충분히 작다)
 V_i : 배터리 단차 전압
 I_i : 배터리 전류
 R : 배터리 내부저항
 C : 순간저장용량

스마트 향로 표지 현장 시설 고도화

동적 SoC 측정 알고리즘

□ SoC (State of Charge) 잔존 용량

- 배터리의 잔량을 측정 하는 기준 (0% ~ 100%)
- 배터리의 충방전의 기준이 되는 지표
- BMS에 저장되어 변경 되지 않는 기준

□ SoC (State of Charge) 측정 방법

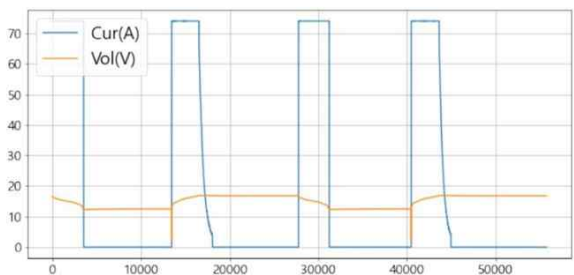
- 기존의 Coulombs Counting Method는
 - 전류 센서의 오차
 - 배터리 열화에 의한 충전 용량의 오차
 - 자기 방전의 오차

스마트 향로 표지 현장 시설 고도화

동적 SoC 측정 알고리즘

□ 배터리 수집 데이터

완전 방전 → 휴지기 → 완전 충전 → 휴지기



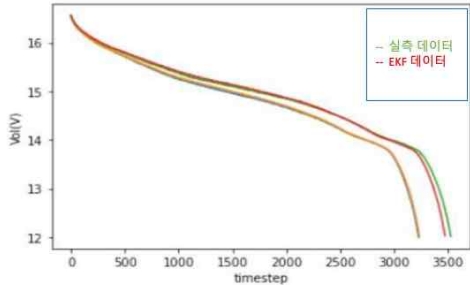
스마트 향로 표지 현장 시설 고도화

*교신저자 : itchangtuk@gmail.com

동적 SoC 측정 알고리즘

□ 배터리 측정 데이터 (6회 반복 시험시)

완전 방전시 측정 : 총 3600 초 계속



스마트 항로 표지 현장 시설 고도화

충방전 데이터 기반의 SoH 측정 알고리즘

□ SoH (State of Health) 건강도, 성능지표

$$SoH(\%) = \frac{SoC_{Av}}{SoC_{full}} \times 100 \quad v \text{ 기반의 } SoC \text{ 변화량 측정}$$

단계	순서	시험 온도
1.1	열평형	상온(25°C)
1.2	표준충전(SCH)	상온(25°C)
1.3	표준사이클(SC)	상온(25°C)
2.1	표준방전(SDCH)	상온(25°C)
3.1	표준충전(SCH)	상온(25°C)

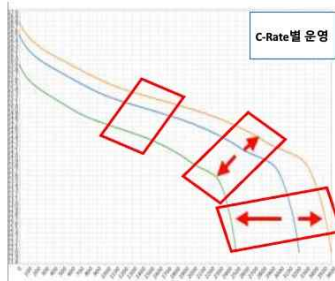
- 1초 단위의 v 변화량 측정 필요
- 1/100 정밀도의 v 변화량 측정 필요

스마트 항로 표지 현장 시설 고도화

동적 SoC 측정 알고리즘

□ 배터리 측정 데이터 (6회 반복 시험시)

운영 방식에 SoC 변화량

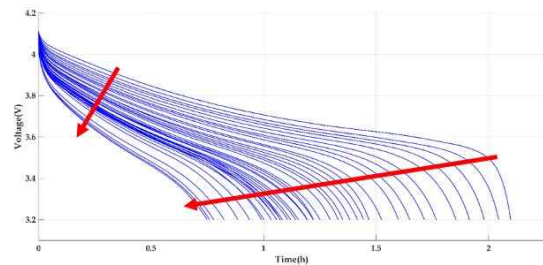


다양한 운영 방식에 따른
→ 초기 SoC 기반의 충방전 위험

스마트 항로 표지 현장 시설 고도화

충방전 데이터 기반의 SoH 측정 알고리즘

□ SoH (State of Health) 건강도, 성능지표



스마트 항로 표지 현장 시설 고도화

충방전 데이터 기반의 SoH 측정 알고리즘

□ SoH (State of Health) 건강도, 성능지표

- 배터리의 상태를 표시하는 기준 (0% ~ 100%)
- 열화 정도를 나타내는 지표
- 배터리 잔존 가치 기준 지표

구분	세부 검사방법	비율	시간	정확도	비고
동적 이용 방법	• 일정률 혹은 부하 리스 프로파일로 하가하여 온도, 전류를 측정 • 10% 이하 부하에서의 충전상태(SOC) 값 반복 측정(10회) • 10분 간격으로 1회 실시	일정 비율 (일반적으로 10~20%)	짧음 (10~20분)	높음	온도 조건과 필요
완전 방전/충전 이용 방법	• 상온(25°C)에서 공급자의 (Ah) 단위의 정격 C/3 용량이 준하는 정전류 방전/충전 후 배터리의 용량 측정	마주 높음 (2~3회)	마주 길 (2~3시간)	가장 높음	
부분 방전/충전 이용 방법	• 상온(25°C)에서 공급자의 (Ah) 단위의 정격 C/3 용량이 준하는 정전류 방전/충전 후 배터리의 용량 측정(충전시간 8시간 미만)	마주 높음 (최소 1회)	마주 길 (최소 1일)	중음	

스마트 항로 표지 현장 시설 고도화

2차 전지 관리 - 결론

□ 충전 데이터를 이용한 동적 SoC 측정 알고리즘

- 충전 데이터 측정을 통한 SoC 측정 가능성 확인
- BMS 제작시 추정 SoC를 업데이트 하여 동적 SoC 적용 후 테스트 필요

□ 데이터 통합 관리를 기반한 배터리 건강도 측정 알고리즘

- 충방전 데이터 취합을 통한 SoH 측정 가능성 확인
- 프로토콜 설계시 SoH 적용을 위한 요구 조건 구성 필요
- SoH 기반의 SoC 범위 적용 후 통합 테스트 필요

스마트 항로 표지 현장 시설 고도화

ACKNOWLEDGMENT

“이 논문은 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(스마트항로표지 현장시설 고도화, 20210636)”