

Battery Current Sensor 를 이용한 Battery 의 충방전 예측 Estimation of Battery Charge and Life via Battery Current Sensor

*고국원^{#1}, 홍동구², 윤충은³

*#Kuk Won Ko, Dong Gu Hong², Chung-eun Yun³

¹ 선문대학교 정보통신공학과, ² 선문대학교 정보통신공학과, ³ 우리산업주식회사

Key words : Battery Current Sensor, State of Charge, State of Health, Battery Management System

1. 서론

최근 자동차 수의 증가로 인하여 환경 오염과 지구 온난화, 를 방지하기 위하여 배출 가스의 규제를 한층 강화해 환경 문제를 고려하고 있으며, 주 에너지인 석유 자원의 소비를 줄이기 위해서 모든 자동차 제조 회사들이 연비 향상과 대체 에너지를 이용이 가능한 새로운 기술을 개발하기 위하여 많은 노력을 하고 있다. 하이브리드 자동차와 전기 자동차에 대한 연구가 많이 진행되고 있지만, 몇몇 회사를 제외하고는 아직 상용화에 많은 어려움이 있다.

자동차 배터리는 현재의 내연기관 자동차 및 하이브리드 및 전기 자동차에서도 중요한 역할을 한다. 배터리는 내연 기관 차량의 엔진을 시동시키기 위한, 또는 차량의 전자 장치 구동에 중요한 역할을 하며, 하이브리드 및 전기 자동차에 주 동력원으로 사용되며, 주행중 충방전을 되풀이하며 지속적인 부하를 받게 된다. 배터리의 소모 및 충전 전류량은 -30~+30 charger rate를 가지며, 작동 온도도 -30~80도의 범위에 이른다. 배터리를 효율적으로 관리하기여 배터리의 과충방전 의한 손상을 방지하기 위한 배터리 모니터링 시스템이 현재 많이 적용되고 있다. 배터리 모니터링 시스템의 핵심은 배터리의 전류량을 직/간접적으로 예측하여 배터리의 충전상태(State of charge)와 건강상태(State of Health)를 정확히 예측하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 일반적으로 배터리의 화학적 및 전기적인 모델링을 바탕으로 소모 부하 전류와 충전 전류 및 온도를 포함한 운전 조건에 따른 모델링을 구하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 배터리의 상태를 예측하기 위한 2 개의 주요 변수인 SOC 와 SOH 를 구하기 위한 알고리즘을 구하고 이를 통하여 배터리의 수명을 예측하고자 한다.

2. Battery Sensor 및 인터페이스

본 연구에서 배터리의 소모 전류와 중요 환경 변수인 온도 측정에 위해서는 그림 1에서 나타난 바와 같이 상용품의 Bosch 사의 battery sensor를 사용하였다.

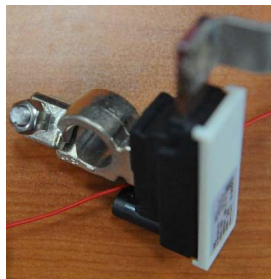


Fig 1. Bosch Battery Sensor

Bosch. Battery sensor 는 그림 2 에서 나타난 바와 같이 전류, 전압, 배터리의 온도, SOC 등의 상태를 LIN(Local Interconnect Network) 통신을 사용하여 정보를 제공한다. 이 중에서 배터리 전류 및 전압과 배터리 온도의 중요 3 가지 정보만을 이용하여 배터리의 SOC(State of Charge) 및 SOH(Sate of Health)를 새롭게 구성하여 사용하였다. Bosch 사의 통신 규약은 표 1 에 나타내었다.

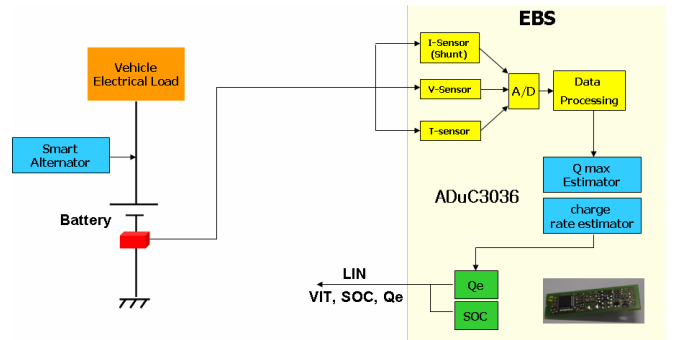


Fig 2. Schematics of Bosch battery sensor

Table 1. Protoacl of Bosch Battery Sensor

TX	T	'2'	B'	M'	0x01	0x05	0x00	0x2F									
	Header			Cmd				Tail									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
RX	T	'2'	B'	S'	Lc'	0x05	Dt0	Dt1	Dt2	Dt3	Dt4	Dt5	Dt6	Dt7	Dt8	0x00	0x2F
	Header			Cmd				Data Bytes								Tail	

- L : Length Byte, Header와 Tail을 제외한 Data Part의 Byte count = 10 (고정 값).
- Dt0: SOC Level = 0 ~ 255 범위, ex) 0x64 = SOC 100 Display. - Bosch 사양서 참조
- Dt1: Qe Level = 0 ~ 255 범위, ex) 0xFF = Qe 127.5 Display. (Resolution 0.5Ah)
- Dt2~3: Vbat Level = 0 ~ 16383 범위. Resolution 1mV. ex) 13535 = 13.535V.
- Dt4~5: Tbat Level = -40.0 ~ +105.0°C 범위. Resolution 0.5°C. ex) 0x00A1 = 80.5°C, 0x0146 = -35.0°C
- Dt6: Ibat current range. 00 = Invalid, 01 = Range1 (1A), 02 = Range2 (200A), 03 = Range3 (1500A).
Range1 = 1,000mA, Range2 = 200.00A, Range3 = 1500.00A 단위 사용. 양수=0x0X, 음수=0x10
- Dt7~8: Ibat Level = 0 ~ 32768 범위.

Bosch 배터리 센서로부터 LIN 통신통하여 전류, 전압, 온도 정보를 얻어 PC로 송부하기 위한 Interface board는 그림 3와 같다.

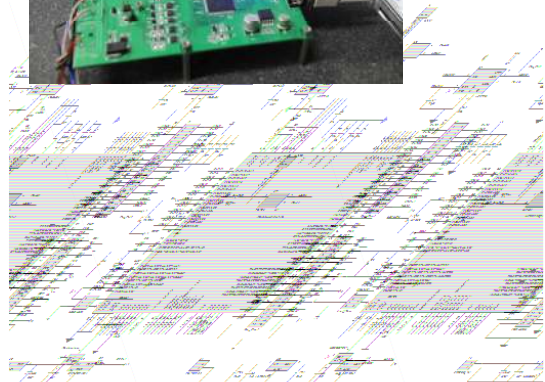


Fig 3. Lin 통신 Interface

개발된 Interface board는 Freescale사의 MPU를 사용하였으며, Bosch 센서로부터 LIN통신의 정보를 받아 정보를 받아서 RS232C를 통하여 PC에 제공해 준다. 또한 PC없이 현재 상태를 모니터링이 가능하도록 LCD 표시판을 가지고 있다.

Interface board 를 통하여 EEM 시스템 개발을 위해서 PC 에서 Visual C++ 6.0 언어로 구성하였다. 데이터의 저장을 위한 sampling time 조절과 Lin Message 표시등의 기능을 포함하고 있으며, 배터리의 과방전을 방지하기 위한 보호 로직이 포함되어 있으며 SOC와 SOH의 추정 알고리즘 개발의 편이를 위하여 PC 환경에서 구성하였으며, 그림 4에 나타내었다.



Fig 4. PC interface program

3. 배터리 충방전 시험 및 예측 알고리즘

본 연구에서는 SOC/SOH의 알고리즘을 개발하기 위해서 전기부하 시스템을 그림 5와 같이 구성하였다. 최대 30A를 소모할 수 있는 수중 추진 시스템의 모터를 사용하였다. 소모전류는 PWM 파형을 사용하여 0-30A로 10bit로 조절이 가능하도록 하였다. 충전은 위해서는 최대 30A의 충전이 가능한 충전기를 사용하여 충전이 가능하도록 하였다. 시험에 사용된 배터리는 80A의 용량이다.

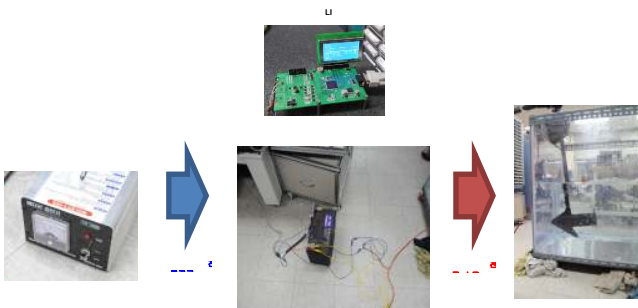


Fig 5. Experimental Setup

배터리에서 중요 변수는 SOC(state of charge)이다. SOC를 측정하는 방법은 전압, 전류 기반 측정 방식과 비중에 의한 측정 등이 있다. 본 연구에서는 SOC를 정확히 예측하기 위하여 소모 전류를 시간에서 따라 누적하는 전류 기반 방법을 사용하여, 전압과 온도 및 사용시간에 따른 부가 정보를 이용하여 SOC를 측정하였다. 먼저 배터리의 용량을 측정하기 위하여 최대 방전율과 충전을 시도하여 배터리의 특성을 얻었다.

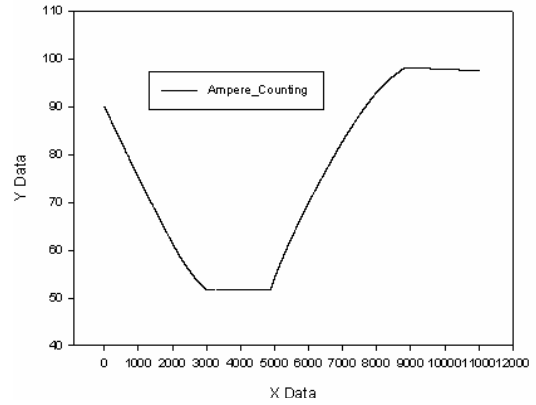
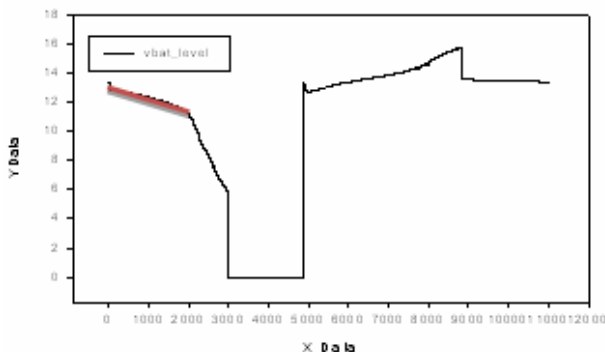
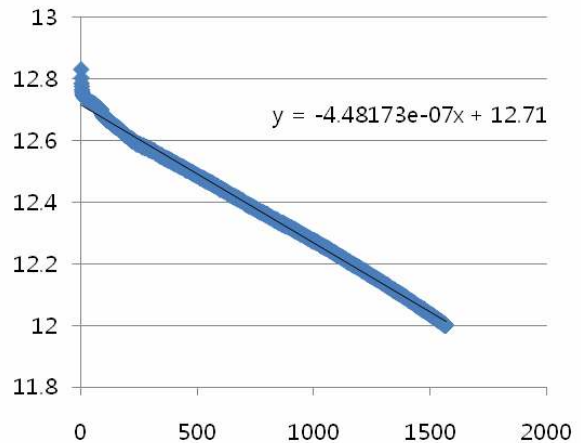


Fig 6. Battery charge/Discharge Voltage,Current graph

배터리 충전량인 SOC는 앞서 설명한 바와 같이 소모전류의 누적량을 구하였다. 배터리는 비선형성을 가지므로 전압, 전류를 구할 경우 대략적인 SOC를 구할 수 있지만, 온도와 수명에 따라 충전 상태가 변하므로 단순한 전압, 전류만으로는 정확한 예측이 불가능하다. 이를 보상하기 위하여 배터리의 충방전을, 온도등에 따라 보정이 필요하다.

그림 7은 배터리를 40A를 소모하고 40A를 충전을 되풀이하면서 얻은 그래프이다. 충방전이 되풀이 되면서 배터리의 수명이 떨어지면서 충전후에 배터리의 최대 전압이 떨어짐을 알 수 있었다. 이 데이터는 충전후에 SOH의 상태를 예측하는 중요한 데이터로 사용이 된다.



4. 결론

본 연구에서는 기존의 배터리 전류센서를 통하여 배터리의 전압, 전류, 온도의 정보를 받아서 배터리의 충전상태와 배터리 수명을 예측하기 위한 기초데이터를 수집하고 이를 바탕으로 배터리의 충전상태와 수명을 예측하기 위한 알고리즘 개발에 사용하기 위한 시스템을 구축하고 데이터를 수집하고 기초 알고리즘을 구하였다. 향후 여러 실험을 통하여 현 알고리즘을 개선하여야 한다.

후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신 인력양상 사업으로 수행된 연구 결과이며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 권충아, 장순기, "자동차 Lead-Acid 배터리 상태 모니터링 시스템 분석", 한국자동차공학회 춘계학술대회, p2219-2224, 2008