
배터리 교체식 전기자동차 시스템 연구 및 보안 요구사항 분석

권양현* · 최용제** · 최두호** · 김호원***

Security Analysis On Battery Exchange System for Electric Vehicle

Yang-hyeon Kwon* · Yong-Je Choi** · Doo-Ho Choi*** · Ho-Won Kim****

본 연구는 방송통신위원회 및 한국방송통신전파진흥원의 방송통신기술개발사업의 일환인 SCARF 프로젝트로 수행하였음. [부채널 공격 방지 원천기술 및 안전성 검증기술 개발]

요 약

전기 자동차의 배터리는 휘발유·경유로 연료를 공급하는 자동차에 비해 배터리 충전에 오랜 시간이 소요된다. 이는 전기 자동차의 상용화를 위해 산업계에서 해결해야 할 문제이다. 따라서 관련 업계에서는 배터리 교환소에서 충전되어 있는 배터리를 교체해 주는 방안이 제시되고 있다. 하지만, 아직 배터리 교체 방법에 대한 보안 위협과 요구 사항 등에 대한 연구가 미비한 실정이다. 본 논문에서는 배터리 교체 충전 방식에서 보안을 위협하는 요소들을 살펴보고, 이를 해결하기 위해 보안 요구사항을 적용한 배터리 교체식 시스템을 정의한다. 본 논문의 연구 결과는 추후 배터리 충전 방식의 상용화 및 해당 분야의 보안 분석에 있어 참고자료의 역할을 할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Recharging battery in electric vehicle takes a quite long time compared with gasoline and diesel vehicle which is a problem, the industries should solve, to introduce the electric vehicle into the market. For this reason, the institutions are suggesting a method replacing the discharged battery to recharged battery which is recharged in the switching center. However, this technology is still required to make clear the controversial issues such as threats to security and identification of users. In this paper, we explore the factors that threats to securities in battery exchange system and define the security requirements of the battery exchange system to solve suggested issues. The results of the research are expected to be the reference in the other studies of electric vehicle field of the commercialization of the battery recharging methods and analysis of the securities.

키워드

전기 자동차, 배터리 교체, 사용자 인증, 배터리 인증, 보안, 충전 시나리오

Key word

Electric Vehicle, Battery Exchange, User Authentication, Battery Authentication, Security, Charging Scenario

* 준회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정(yanghyeon_k@pusan.ac.kr)

** 정회원 : 한국전자통신연구원 선임연구원

*** 종신회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

접수일자 : 2011. 12. 02

심사완료일자 : 2011. 12. 27

I. 서 론

최근 친환경적 기술개발의 일환으로서 전기 자동차에 대한 관심이 국내외적으로 높아지고 있는 추세로, 전기차 및 충전 인프라에 대한 연구 및 개발이 활발히 진행 중이다. 국외에서는 1830년대 스코틀랜드에서 최초의 전기차가 출현하였으며, 1990년대 초 미합중국 캘리포니아 주정부가 무공해차를 의무적으로 판매하는 법안을 제정하여 연구개발이 활성화 되었다[1]. 국내의 전기차 개발 관련한 완성차 업체의 연구 및 충전 인프라 구축은 외국 선진국 대비 최소 1-2년 정도 늦은 감이 있으며 전기차 양산 관련 모델이 본격적으로 도출되지 못한 상황이다[2]. 이에 전기차의 상용화를 위한 수도권 및 제주도 실증단지를 구축하여 전기차 운영 흐름에 발맞추기 위해 노력 하고 있다.

전기자동차 충전모델은 크게 On-site 충전, 배터리 교체, 비접촉식 충전의 3가지 형태로 구분할 수 있다. 충전 시간에 따라 완속/급속 충전으로 나눌 수 있으며, 완속 충전은 기본 5시간 이상, 급속 충전은 30분 이내로 충전이 가능하다. 그러나 기존 자동차의 주유 시간에 비하여 상대적으로 충전시간이 오래 걸린다. 따라서 이는 전기차 상용화에 걸림돌이 될 수 있다[3].



그림 1. 충전 모델에 따른 충전 소요 시간 [4]
Fig. 1 Charging time range for charging model [4]

이에 충전에 긴 시간을 소비하지 않고 미리 충전되어 있는 배터리를 배터리 교환소에서 교체하는 방식이 새로운 대안으로 떠오르고 있다. 하지만 충전 인프라 구축과는 달리 배터리 교체 모델에서 발생할 수 있는 보안 위협이나 이에 대처하기 위한 기술에 대한 연구는 거의 전무한 상태이며, 해당 시나리오의 유효성을 판단할 참고

자료가 미비한 상황이다. 이에 본 논문에서는 배터리 교체식 모델을 적용하였을 때의 보안 위협 사항들을 도출하고, 이를 해결하기 위한 보안 요구 사항들을 정의하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 배터리 교체식 모델의 필요성을 파악하고, 전기차 배터리 교체와 관련된 기존의 연구 및 진행 중인 사업에 대해 살펴본다. 3장에서는 배터리 교체식 모델을 상용화 할 때 발생할 수 있는 보안 관련 위협들을 도출하고 4장에서 이에 따른 보안 요구 사항을 정의한다. 5장에서는 보안 요구 사항을 해결하기 위해 적용 가능한 관련 기술에 대해 조사·분석한다. 마지막으로 6장에서 결론을 내림으로써 글을 맺는다.

II. 관련 연구

본 장에서는 배터리 교체식 시스템이 충전 방식에 대한 현실적인 대안으로 등장하게 된 배경을 설명하고자 한다. 또한 배터리 교체식 방식을 상용화한 Better Place 사의 사례를 살펴본다.

2.1. 배터리 교체식 전기 자동차 충전 시스템

전기 자동차의 충전 방법으로 가정 또는 주차장에서 기존의 전력 시설(220V 콘센트 등)을 통해 충전하는 완속 충전, 자동차 내 배터리에 직접 DC 전원을 공급하는 급속 충전 기술이 주로 연구되고 있으며, 전자기 유도 방식을 이용한 비접촉식 충전 기법과 배터리 교체식 기법 또한 연구되고 있다.

표 1. 충전 기술 비교
Table. 1 Comparison of charging technology

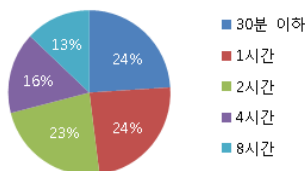
	급속	완속	비접촉식	교체식
입력	380V	220V	-	-
충전 시간	20~30분	5~7시간	5~7시간	3분 이내 (교체시간)
특징	배터리로 직접 DC 전원 공급	AC->DC 변환	비접촉 전자유도	배터리 교체

표 1에서 알 수 있듯이 배터리 충전 시간에 걸리는 시간은 운전자가 차량 운행 도중에 멈춰서 대기하기에는 꽤 긴 시간이다. 그나마 대기 시간이 짧은 급속 충전 시스템은 단시간에 고전압으로 충전하기 때문에 배터리의 수명에 영향을 미칠 수 있다[5]. 또한 전력 소비량이 큰 급속 충전기를 설치하기 위해서는 전력망을 증축해야 한다[4].

배터리 교체식에 이용하는 배터리 및 충전 품질은 완속 충전 방식을 통해 충전했을 때와 비슷한 성능을 나타낸다. 따라서 시간 대비 높은 성능을 갖춘다고 볼 수 있다.

전기차 사용자들이 중요시하는 값은 충전에 걸리는 시간과 자동차 유지 및 운영 비용이 큰 비중을 차지한다. [6, 7]에서는 설문조사를 통하여 각 요소에 대한 사용자들의 기대치를 나타냈다. 자료에서 나타난 배터리 충전 시 허용 가능 충전시간과 기대수준은 다음 그림과 같다.

허용 가능한 충전 소요 시간[6]



실질 충전시간 기대수준[7]

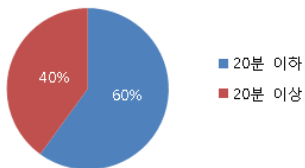


그림 2. 배터리 충전시간 그래프
Fig. 2 Graph for Battery charging time

그림 2의 상위 그래프는 Deloitte의 국내 설문 [6]에서 발췌한 데이터로, 완전 충전에 소요되는 최대 허용 가능 시간을 의미한다. 한국인 총 477명을 대상으로 조사하였으며, 약 절반 정도가 최소 한 시간 내에는 완전 충전이 되기를 요구하고 있음을 알 수 있다. 그림 2의 하위 그래프는 한국교통연구원에서 설문조사 한 분석 자료[7]이며 한국인 총 300명을 대상으로 조사를 실시하였다. 실질적인 소요 시간의 기대수준을 보여주며, 60% 정도가

20분 이하를 기대하는 것으로 나타났다.

운영비에 대한 기대치는 자료 [6]에서 53%가 정부 인센티브 포함 2,300만원 이하를 기대하였으며, 자료 [7]에서는 경차 892만원, 소형차 1,398만원, 중형차 2,200만원으로 현재 출시된 전기차 예정가격에 비해 낮은 가격을 희망하고 있다. 추가로 전기차의 가격을 낮추는 방안으로 배터리를 분리하는 차량에 대한 조사에서는 배터리 분리형을 더 많이 선호(57%)하였고, 특히 초기 구매자는 80%를 차지하였다[7].

이에 배터리 교체 시스템을 적용하면 설문자료로부터 분석한 사용자의 충전 시간 및 운영비의 기대치에 좀 더 쉽게 부합할 수 있다. 또한 충전에 따른 새로운 전기세 부과 방식을 고려할 필요가 없으며, 소비자의 부담을 최소화하는 방향으로 나갈 가능성이 높다. 현재 사업 모델의 구조를 보면, 배터리는 교환소 사업주가 소유하고 있어 차량 운전자는 일부의 이용료만 지급하게 된다. 이 사업 모델은 대표적 기업인 Better Place사를 통해 파악해보도록 한다.

2.2. Better Place사의 사업 모델[5]

Better Place는 배터리를 대여해주는 벤처 기업으로 충전소에서 임대 형태로 배터리를 제공하며 전기세의 정산 방식처럼 사용한 배터리 출력 에너지에 비례해서 한 달에 한 번 요금을 부과하는 모델을 제안하였다. 물론 기존 충전 인프라를 이용하여 개인적으로 충전을 할 수도 있다. 이 모델을 통하여 7억 달러가 넘는 투자자금을 끌어들이었으며, 이스라엘, 덴마크, 호주 등에 배터리 교환소를 설립하였고, 중국, 일본, 국내에도 시범 운영을 하는 등 배터리 교환소 운영을 고려 중에 있다.



그림 3. Better place의 사업 모델
Fig. 3 Business model of the Better Place

차량에 부착되어 있는 방전된 배터리를 교환소에서 완전히 충전된 배터리로 교체하는 Quickdrop 방식을 채

택하여 3분이면 해당 과정을 구현하기 충분하다. 그림 3과 같이 기본적으로 배터리는 **Better Place**에서 소유하고 있으며, 차주는 이것을 임대하여 일정 비용만을 지불한다. 이로써 차주는 배터리로 인한 비용 부담을 덜 수 있는 장점이 있다.

이 모델이 안전하게 운영되기 위해서는 보안 위협에 대한 부가적인 대처가 필요하다. 아직까지는 이러한 요소에 대한 구체적인 논의가 활성화되지 않았으므로 다음 장에서 배터리 교체 및 과금 시나리오에 따라 필요한 보안 요소에 대해 분석한다.

2.3. 관련 특허 및 기술 조사

Better place사에서 전기차 배터리 교환소의 구성 및 배터리 교환을 위한 절차 등을 특허로 등록해둔 상태이다[8]. 배터리 교환소의 교환 장치에 대한 설계 도면과 교환 절차를 나타내는 흐름도로 구성되어 있다. 하지만 배터리를 교체하는 과정의 물리적인 부분만을 기술하였기 때문에 각 프로세스 상에서 발생 가능한 보안 문제 등을 중점적으로 다루지 못한 실정이다. 그 외 배터리 교환소들이 구성하는 네트워크에 대한 구조 및 절차를 기술한 특허도 보유하고 있다[9].

Better place사의 특허 외에도 [10, 11]과 같은 배터리 교환 관련 특허 또는 논문[12, 13, 14]이 있으나, 이 또한 방전된 배터리를 제거하고 충전된 배터리로 교체하는 물리적인 시스템 구성 및 설계이므로 현재 연구된 결과만으로는 보안에 취약한 시스템이 될 가능성이 크다.

III. 보안 요구 사항 도출 및 시나리오 정의

본 장에서는 배터리 교체식 시스템을 상용화 할 때 발생 가능한 보안 취약점을 파악하여 보안 요구 사항을 도출함으로써 보안 위협 상황을 대처할 수 있도록 한다. 또한 도출한 보안 요구 사항을 토대로 배터리 교체식 시스템의 전반적인 시나리오를 정의한다.

3.1. 보안 요구 사항 도출

3.1.1. 사용자 인증

Better Place 사의 사업 모델처럼 일정 기간 동안 실질적으로 사용한 에너지의 비용을 정산하여 특정 날짜에

요금을 부과하는 시스템을 적용할 수 있다. 이 때 실제 배터리를 이용한 사용자를 파악하여 요금을 부과하기 위해서는 사용자 인증 기술이 반드시 필요하다. 또한 과금을 위해 사용자 정보 및 사용 데이터를 서버에 전송할 때 발생 가능한 사용자 정보 침해 및 데이터 유출을 막기 위해 적용해야하는 기술이다.

3.1.2. 배터리 정품 식별

배터리를 교환소 사업체가 소유하여 임대하는 방식을 취할 때 필요한 보안 요구 사항이다. 자동차 소유자가 인증 받지 못한 가품 또는 복제 배터리를 악의적으로 장착한 후 정품 배터리와의 교환을 시도할 수 있다. 또한 정품이 아닌 배터리와 정품의 규격 차이 때문에 충전 중 과전압에 걸리거나 충전 속도 차이 때문에 폭발 등의 문제가 발생하여 안전을 위협할 수 있다. 이에 교환소에서 정품 인증 과정을 거침으로써 이러한 위협을 차단할 수 있다.

3.1.3. 요금 부과 위한 배터리 성능 측정

사용한 에너지에 대해 요금을 부과하기 위해서는 교환소에서 실질적으로 차주가 사용한 에너지량을 파악할 수 있어야 한다. 이 때, 배터리 성능에 따라 충전되는 최대 에너지량이 차이를 보이게 된다. 따라서 정확한 요금 책정을 위해 배터리 성능을 측정하는 기술이 필요하다. 기존 사용한 배터리의 최대 충전치를 파악하고 잔존 용량과의 차를 통해서 실질 사용량을 측정한다.

3.1.4. 자동차 소유자 인증

배터리 교체 시스템에 반드시 필요한 보안 요소는 아니지만 자동차와 소유자 간의 인증 정책도 부가적으로 포함시켜서 도난 방지 서비스를 제공할 수 있다.

3.2. 시나리오 정의

도출한 보안 요구 사항을 바탕으로 배터리 교체 모델을 상용화할 때 적용 가능한 시나리오를 정의한다. 과금 방식에 따라 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 일정 기간의 요금 정산을 위해 사용자 인증을 통하여 후불 처리하는 방식이다. 두 번째 시나리오로는 배터리를 교체할 때 바로 결제하는 방식을 적용할 수 있다. 요금을 결제하기 전에 실질적으로 사용한 전력량을 계산하는

과정도 추가되어야 한다. 이에 따라 시나리오의 기본 구조를 도식화하면 다음과 같다.

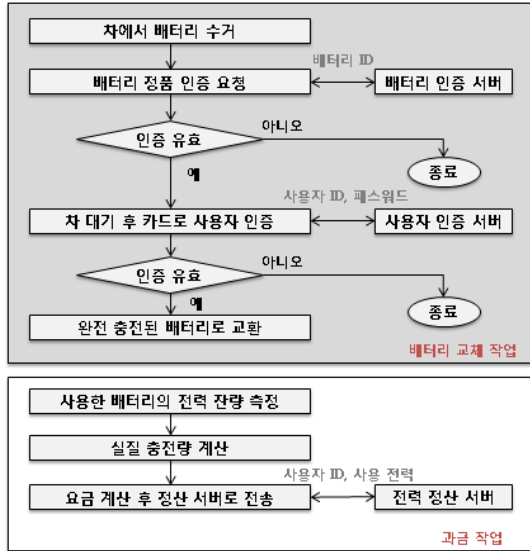


그림 4. 배터리 교체 시나리오
Fig. 4 Battery exchange scenario

그림 4의 시나리오는 시간 효율을 최대한으로 높이는 방향으로 구성되었다. 전기차 내에 있는 배터리와 완전 충전된 배터리를 교체하는 배터리 교체 작업부와 이후에 교환소 내 시스템에서 충전량과 그에 대한 요금을 계산하여 정산하는 과금 작업부 두 부분으로 구분하였다. 교환소 내 시스템이 독립적으로 처리할 수 있는 과금 작업부를 따로 두어 배터리 교체에 드는 시간을 최대한 줄이도록 하였다. 사용자 및 배터리 정품 여부를 인증하고 정산된 데이터가 안전하게 처리될 수 있도록 구성하였다.

다음으로 배터리 교체식 시스템의 구조를 그림 4와 같이 정의하였다. 전기차 및 사용자, 배터리, 배터리 교환소, 사용자 및 배터리 검증 서버, 충전 전력 요금 서버 등으로 크게 구분할 수 있다. 이 때 시스템은 첫 번째 시나리오를 기반으로 정의하였으며, 두 번째 시나리오는 기본 시스템 구조에서 사용자 인증 과정을 생략하고 대신 결제 시스템을 추가하면 된다.

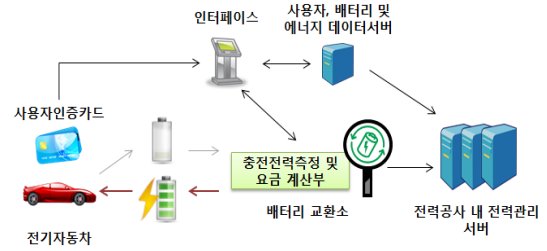


그림 5. 배터리 교체 시스템 구성도
Fig. 5 Battery exchange system

IV. 각 보안 요소에 대한 선행 기술 분석

앞에서 정의한 보안 취약점을 보완하기 위해 다른 시스템에 사용되고 있는 기존 기술을 먼저 파악해야 한다. 이후에 이 기술이 배터리 교체 전기차 시스템에 적용 가능한지를 분석할 수 있으며, 이 시스템에 적절히 활용될 수 있도록 수정, 보완 작업을 거쳐야 한다.

4.1. 사용자 인증

사용자 인증을 위해서는 기본적으로 사용자를 구분해줄 수 있는 식별자가 필요하다. 대표적으로 스마트카드를 통하여 사용자 인증 기법의 구현이 가능하다. 보안 강화를 위해 스마트카드와 함께 비밀번호를 입력하여 사용자를 인증하는 투팩터 인증 방식[15, 16], 그 외에도 개인을 명확히 구분할 수 있는 서명이나 OTP, 인증서 또는 지문, 안면인식 등과 같은 생체정보를 함께 이용할 수 있다[17, 18, 19].

스마트카드를 이용한 사용자 인증 과정은 기본적으로 3단계인 사용자 등록, 로그인, 인증으로 구성된다. 사용자 ID와 비밀번호를 설정하고, 이 값과 함께 그 외 사용자를 구분할 수 있는 값을 서버와 공유하는 등록 단계를 통하여 인증을 위한 스마트카드의 발급을 완료한다. 이후 스마트카드를 리더기에 읽히고 개인 정보를 입력하여 데이터를 조합해서 서버로 전송하는 로그인 단계를 거친다. 마지막으로 스마트카드와 서버의 상호 인증 단계를 통하여 사용자를 확인하고 안전하게 데이터를 송수신할 수 있다. 스마트카드를 이용한 인증 과정을 그림 6과 같이 나타내었다.

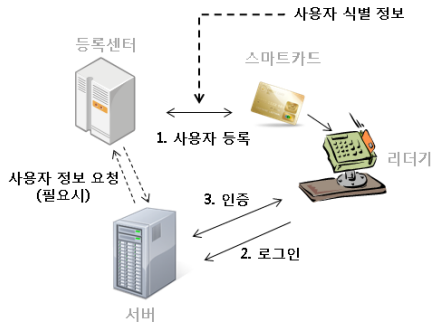


그림 6. 사용자 인증 과정
Fig. 6 Procedure of the user authentication

이 때 사용자 등록 과정에서는 등록 센터의 역할을 서버가 대신 할 수도 있다. 하지만 사용자의 익명성을 보장 해주면서 동시에 사용자가 데이터 조작을 시도하는 등 악의적 행동을 감지하고 막기 위해서는 등록 센터를 따로 두는 것이 안전하다. 안전도와 정확성을 높이기 위하여 사용자 등록 시에 사용자만의 독특한 특성인 생체 정보 또는 서명 등을 추가로 저장하여 인증 과정에서 이용할 수 있다.

전기차 시스템에 좀 더 효율적인 시스템을 갖추기 위해서 스마트카드에 저장하는 정보의 구조를 업그레이드 할 필요가 있다. 사용자 ID와 함께 전기차나 배터리의 ID를 함께 조합하여 소유자 정보 관리 및 과금 처리를 하는데 적절하도록 설계해야 할 것이다.

4.2. 배터리 정품 식별

가장 간단한 기술로는 노키아(Nokia)에서 개발한 홀로그래프 인증 방식이 있다. 사용자는 홀로그래프에 있는 코드 번호를 가지고 온라인을 통하여 검증할 수 있다. 하지만 이런 방식은 복제 등과 같은 외부 위협에 대해 안전을 보장할 수 없다. 따라서 충전 시스템에 인증 과정을 내장해야 한다[20].

충전 시스템, 즉 이동통신 단말기에 사용되는 배터리 정품 인증 기술 및 관련 시스템이 있으며, 특허 및 백서로 출간되어 있다. 특허[21, 22]는 배터리 인증 시스템의 구조를 정의한 것이 다수이며, 백서에는 기술에 대해 좀 더 자세하게 설명되어 있다[20, 23, 24]. 간단하게 배터리 내에 배터리 ID, 제조일자 및 셀 전압 등의 배터리 정보를 저장하여 인증에 이용할 수 있다. 하지만 이 방식 또한 복제에 취약하므로 이 외의 다른 기술들이 필요하다.

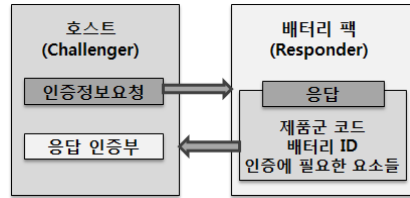


그림 7. 배터리 인증 시스템 기본 구조
Fig. 7 Structure of the battery authentication system

특허와 백서에서 제안하는 인증 시스템의 기본 구조는 그림 6과 같으며, 여기에 보안 수준에 따라서 필요한 기술을 적용할 수 있다. 각 기술에 대한 특징을 분석하여 다음 표 2를 작성하였다.

표 2 배터리 인증 기술 비교
Table. 2 Comparison of battery authentication

	ID	CRC	SHA1/HMAC
내용	유효 ID를 검증	공유값으로부터 CRC 생성/인증	정보를 hash한 값으로 인증
비용	낮음	높음	제일 높음
보안 수준	단순/낮음	높음	제일 높음
특징	고정 요청/응답. 보안 비중 적고 비용에 민감할 때 사용	랜덤 요청/응답 비밀값	넓은 면적의 칩, 더 많은 메모리 요구

단순 ID 인증이 가장 간단한 방식으로 별다른 암호화 과정을 거치지 않는다. 따라서 복제의 위험이 매우 높다. 이에 기존 정보와 랜덤하게 변화하는 요청값 및 비밀값을 조합하여 인증을 거치는 CRC 및 SHA1/HMAC 기반 인증 기법을 쓸 수 있다.

기존에 존재하는 배터리 인증 기술은 소형의 이동 장치에 부착되는 배터리팩을 인증하는 방식이므로 비용이나 물리적 크기에 민감하다. 따라서 보안수준 또는 비용을 고려하여 상황에 맞는 기법을 사용한다. 하지만 전기차에 적용 시 이용되는 배터리 자체의 가격이 워낙 비싸기 때문에 보안레벨을 높이는 것이 더 중요할 것으로 판단된다.

4.3. 요금 부과 위한 배터리 성능 측정

배터리의 품질 보증 및 실질적으로 사용한 전기량에 대한 과금을 위해 배터리팩의 상태를 의미하는 SOC (state-of-charge)를 측정하는 기술이 요구된다. SOC는 여러 종류의 기술을 통해 측정이 가능하다. 배터리의 종류에 따라 특징이 다르기 때문에 각 배터리 종류에 맞는 측정 기술을 이용하여야 한다.

전기차 배터리는 리튬-이온(Lithium-ion) 또는 리튬-폴리머가 가장 강력하게 대두되고 있으며, 그 외에 납축 전지(Pb-acid), 니켈수소(Ni-MH) 전지 등도 개발되어 있다. 종류에 따라 특성이 각각 다르다. 각 항목을 비교하면 표 3과 같다.

표 3. 2차 전지 배터리 성능 비교[25]
Table. 3 Comparison of the performance of battery[25]

	납축전지	Ni-MH	LiB(or LiPB)
전압	2.0V	1.2V	3.75V
중량	△	○	◎
에너지밀도	△	○	◎
출력밀도	△	○	◎
자기방전	15%/월	15%/월	<5%/월
수명	△	○	○
안전성/신뢰성	◎	○	△
가격	◎	○	△
환경오염물질	납, 황산	없음	없음

△ : 개선 필요 ○ : 보통 ◎ : 뛰어남

성능을 비교했을 때, 전기차의 주 배터리로 사용될 가능성이 큰 리튬-이온 또는 리튬-폴리머 이온 배터리이므로 이것을 기준으로 하여 리튬-이온 배터리의 상태(SOC : State Of Charge)와 잔존수명(SOH : State Of Health) 측정 기술을 조사하였다.

4.3.1. SOC(State Of Charge)

배터리 SOC 측정 방법은 전압에 의한 방법, 전류적산에 의한 방법, 배터리 내부저항에 의한 방법 등 다양하다. 그러나 조건에 따른 오차 범위가 커질 수 있다는 단점이 있으며 차량 구동 중에는 실시간으로 측정할 수 없는 문제가 있다. 이에 [26, 27]에서는 EKF(Extended Kalman Filter)를 이용하여 SOC를 추정하는 알고리즘을

제안하였다.

4.3.2. SOH(State Of Health)

배터리의 상태를 측정하고, 동시에 배터리의 잔존수명(SOH)을 측정함으로써 최적의 배터리 사용 환경을 구축할 수 있다. 기존에 배터리의 수명은 제조회사에서 지정한 시간이나 충방전 횟수를 기반으로 하여 결정하였으나, 이 또한 여러 외부 조건(배터리 온도, 충전 방법, 전류변화)에 따라 큰 오차가 발생할 수 있다. 따라서 수명의 단축에 따라 긴밀하게 변화를 보이는 핵심 요소인 OCV (Open Circuit Voltage; 개방전압)를 이용하여 임피던스 분석을 통한 SOH 추정 기술을 제안하였다 [28].

4.4. 전기차 소유자 인증

배터리 교체 시스템에 반드시 필요한 보안 요소는 아니지만 자동차와 소유자 간의 인증 정책도 부가적으로 포함시켜서 도난 방지 서비스를 제공할 수 있다. 현재 [29, 30]은 자동차의 도난 방지를 위한 자동차 소유자 인증 기법에 대한 기술 내용으로, 굳이 인터넷에 연결된 서버를 통하지 않아도 도난 여부를 알 수 있게 한다.

V. 결 론

본 논문에서는 전기차 충전시스템의 현 상황을 분석하여 전기차 배터리 교체식 시스템의 효율성 및 필요성을 파악하였다. 이에 따라 기존에 개발되어 있는 배터리 교체식 시스템의 모델 및 기술 구성을 조사하였으며, 결과적으로 현재 시스템만으로는 보안상 취약점이 드러나는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 취약점들을 보완하기 위해 전기차 사용자 인증, 배터리 정품 여부 인증, 배터리 성능 측정 및 전기차 소유자 인증 등 필요한 보안 요소를 도출하였으며 기존의 보안 기술이 어떻게 적용될 수 있을지를 고민해 보았다.

본 논문은 배터리 교체식 전기차 시스템을 구체적으로 구조화하였으며, 요금 부과와 관련하여 필수적인 보안 요소를 분석해봄으로써 본 시스템의 상용화 및 실질적인 적용 계획을 구상할 때 참고할 수 있는 기초 자료로 이용할 수 있다. 현재 보안상의 문제까지 분석된 논문 및

연구 자료가 없는 실정이기 때문에 관련 시스템 연구의 초석 역할을 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

향후 연구로는 시스템을 실제 구현할 때 어느 정도의 안전성이 보장될 수 있을지에 대한 안전도 분석 과정이 있다. 그 이외에도 배터리 규격의 표준화를 통하여 배터리 제조 회사 및 종류에 무관하게 교체식 시스템을 적용할 수 있도록 각국의 협력이 유도되어야 하며, 배터리 수명 확인 절차를 통하여 수명에 따른 완전충전 정도의 차이가 시스템에 어떠한 영향을 미치는 지에 대해서도 고려해보아야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김만식, “전기차 산업의 전망”, 조명·전기설비 제25권 제4호, pp.3~10, 2011
- [2] 이봉현, 김찬중, 김규식, “전기차 기술개발 동향 및 기반구축 현황”, 조명·전기설비 제25권 제4호, pp.11~21, 2011
- [3] 손홍관, “전기자동차 충전인프라 현황과 전망”, <http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=51935>
- [4] 홍일선, “전기차 충전에서 다양한 사업모델 나온다”, LG Business Insight, pp.50-56, 2009
- [5] “3~5분이면 OK! 전기차도 배터리 갈아 끼운다”, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2011/10/11/2011101102585.html
- [6] Deloitte, “Will consumers ride the electric vehicle wave?”, http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Korea/Local%20Assets/Documents/Industry/MFG/Automotive/kr_MFG_Survey_ElectricVehicle_KR_20110824.pdf
- [7] 황상규, “전기차 선호도 설문조사를 통한 정책적 시사점과 과제”, 월간교통 통권 제142호, pp.81-85, 2009
- [8] Agassi Shai, Heichal Yoav, “Battery Exchange Station”, PCT/US2009/057596 (2009)
- [9] Agassi Shai, Hershkovitz Barak, ..., “System and Method for Operating an Electric Vehicle”, PCT/US2009/057029 (2009)
- [10] Quemeneur Yves, “Device for exchanging a removable container for an electric battery of an electric vehicle, associated removable container, associated electric vehicle, and associated removable container exchange station”, PCT/FR2010/051269
- [11] Holtzel Thomas, “Rechargeable battery replacement system for exchanging rechargeable batteries for electric vehicle”, PCT/EP2011/057325
- [12] 최지혁, 최현도, 김수현, 곽윤근, “배터리 교환을 위한 도킹 스테이션 개발”, 대한기계학회 2006 추계 학술대회 논문집, pp.889-894, 2006
- [13] Liu Y, Hui F, Xu R, Chen T, Xu X and Li J, “Investigation on the construction mode of the charging station and battery-exchange station”, Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), pp.1-2, 2011
- [14] Wang D, Zhu Y, Xin M, Zhao G, “Research on Auto and Rapid Exchange System of EV Battery Cases”, International Conference on Mechatronics and Automation, pp.2287-2291, 2009
- [15] “스마트카드 투팩터 인증 선보여”, <http://www.gvalley.co.kr/64665>
- [16] CardLogix, “Smart card security basics”, http://www.smartcardbasics.com/pdf/7100030_BKL_Smart-Card-Security-Basics.pdf
- [17] 조성환, 이성운, 김현성, “개선된 지문기반 원격 사용자 인증 기법”, 보안공학연구논문지 제 8권 제 1호, pp.1-12, 2011
- [18] 송영상, 신인철, “서명을 이용한 스마트카드 사용자 인증을 위한 COS 설계”, 전자공학회논문지 제 41권, 제 4호, pp.103-112, 2004
- [19] “효율적이고 안전한 스마트카드 기반 사용자 인증 시스템 연구”, 전자공학회논문지 제 48권, 제 2호, pp.105-115, 2011
- [20] Margery Conner, “Battery-authentication ICs separate the good guys from the bad”, EDN, Technical report, pp.59-62, 2006
- [21] 권인규, “정품배터리식별기능이 구비된 이동통신 단말기 및 그 제어방법”, 0076256 (2004)
- [22] 손영호, “이동통신 단말기 및 배터리 정품 인증 방법 및 배터리 정품인증 시스템”, 0081386 (2005)
- [23] ATmel, “High Quality Battery Authentication with

AT88SA100S", www.atmel.com

- [24] Texas Instruments, "Battery authentication improves battery security", www.ti.com
- [25] 이준하, 선희영, 김현수, 엄승욱, "전기자동차용 이차전지 개발동향", 한국세라믹학회 세라미스트, 제 13권 제 5호, pp.15-28, 2010
- [26] Zhang Di, Ma Yan, Bai Qing-Wen, "Estimation of Lithium-ion Battery State of Charge", Control Conference(CCC), pp.6256-6260, 2011
- [27] 김중훈, 신종원, 전창윤, 조보형, "스크리닝에 기반한 배터리 팩의 SOC 추정연구", 전력전자학회 2010년도 전력전자학술대회 논문집, pp.418-419, 2010
- [28] 노동윤, 황인성, 유지윤, "리튬폴리머 배터리(LiPB)의 OCV를 이용한 배터리 SOH 추정 방법", 전력전자학회 2010년도 전력전자학술대회 논문집, pp.269-270, 2010
- [29] DR LIN, CI Wang, DJ Guan, "Efficient vehicle ownership identification scheme based on triple-trapdoor chameleon hash function", Journal of Network and Computer Applications 34, pp.12-19, 2011
- [30] JH Wu, CC Kung, JH Rao, PC Wang, CL Lin, TW Hou, "Design of an In-Vehicle Anti -Theft Component", Intelligent Systems Design and Applications Conference, pp.566-569, 2008

저자소개



권양현(Yang-Hyeon Kwon)

2011.2 : 부산대학교 정보컴퓨터공학부 학사
 2011.2 ~ 현재 : 부산대학교 컴퓨터공학과 석사

※ 관심분야 : 정보보안, 스마트그리드 보안, RFID/USN, 암호 이론



최용제(Yong-Je Choi)

1996.8 : 전남대학교 전자공학과 학사
 1999.2 : 전남대학교 전자공학과 석사

1999.2 ~ 1999.8 : 전남대학교 전자통신연구소 인턴연구원
 1999.8 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 ※ 관심분야 : 보안프로세서 설계, 부채널 분석 시스템, RFID/USN 보안



최두호(Doo-Ho Choi)

1994.2 : 성균관대학교 수학과 학사
 1996.2 : KAIST 수학과 석사
 2002.2 : KAIST 수학과 박사
 2002.1 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원

※ 관심분야 : 암호학, 부채널 분석, RFID/USN 보안



김호원(Ho-won Kim)

1993.2 : 경북대학교 전자공학과 학사
 1995.2 : 포항공과대학교 전자전기공학과 공학석사

1999.2 : 포항공과대학교 전자전기공학과 공학박사
 1998.12 ~ 2008.2 : 한국전자통신연구원(ETRI) 정보보호연구단 선임연구원 / 팀장
 2008.3 ~ 현재 : 부산대학교 정보컴퓨터공학부 조교수
 ※ 관심분야 : 스마트그리드 보안, RFID/USN 정보보호 기술, PKC 암호, VLSI 설계, embedded system 보안