

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2021.21.1.175>
JIIBC 2021-1-22

전동킥보드의 안정적 배터리 사용을 위한 태양광 충전 시스템에 관한 연구

A Study on Solar Charging System for Stable Battery Use of Electric Kickboard

장은진*, 신승중**

Eun-Jin Jang*, Seung-Jung Shin**

요약 최근 1인 가구 비율의 증가로 합리적인 개인 이동수단에 대한 수요가 증가하면서 간편하고, 간결하게 이용할 수 있는 'Personal Mobility'산업이 급성장하였다. 실제로 한국교통연구원의 자료에 따르면 2022년에는 전동킥보드의 수가 20만대로 확대될 것으로 전망되었다. 전기를 동력으로 작동되는 전동킥보드의 특성상 안정적이고, 효율적인 배터리 수급이 가장 기본적이면서도 중요한 이슈가 된다. 최근 전동킥보드를 이용한 사용자의 후기에 따르면 전동킥보드를 이용하려고 하였으나 배터리가 방전상태이거나 배터리 충전 정도가 낮아 이용을 하지 못하는 경우가 종종 발생되고 있는 것을 확인할 수 있다. 이에 본 논문은 전동킥보드의 안정적인 배터리 사용을 위한 태양광 충전시스템을 제안한다. 본 시스템이 적용 될 경우 전동킥보드의 친환경적인 충전 방법이 될 뿐만 아니라 주행 중에도 안정적으로 배터리 수급이 가능할 것으로 예상된다.

Abstract With the recent increase in the proportion of single-person households, the demand for reasonable personal mobility has increased, and the "Personal Mobility" industry that can be used conveniently and concisely has grown rapidly. In fact, according to data from the Korea Transport Institute, the scale of the electric kickboards rental industry, one of the personal mobility industry sectors, is expected to expand to 200,000 units in 2022. Due to the characteristics of electric kickboards that are powered by electricity, stable and efficient battery supply is the most basic and important issue. According to recent reviews from users who have used the electric kickboard, there were cases where the use of the electric kickboard is attempted, but the battery is in a discharged state or the battery charge level is low and thus cannot be used. Therefore, this paper proposes a solar charging system for stable battery use of electric kickboards. When this system is applied, it is expected that it will not only be an eco-friendly charging method for electric kickboards, but also stably supply and demand batteries while driving.

Key Words : Shared electric kickboards, Battery efficiency, Solar charging, IoT system, Personal Mobility

*정회원, 한세대학교 IT융합학과

**중신회원, 한세대학교 IT융합학과(교신저자)

접수일자 2020년 10월 30일, 수정완료 2021년 1월 3일

게재확정일자 2021년 2월 5일

Received: 30 October, 2020 / Revised: 3 January, 2021 /

Accepted: 5 February, 2021

Corresponding Author: dmswis1061@naver.com

Dept of IT Convergence, Hansei University, Korea

I. 서 론

최근 1인 가구 비율의 증가로 합리적인 개인 이동수단에 대한 소비자들의 수요가 증가하게 되면서 간편하고, 간결하게 이용할 수 있는 Personal Mobility 산업이 급성장하고 있다. 실제로 한국교통연구원의 자료에 따르면 Personal Mobility 산업 분야 중 하나인 전동킥보드 대여 산업의 규모는 2016년 6만대로 시작되었으나 2022년에는 20만대로 확대될 것으로 전망되었다.

전동킥보드는 전기를 동력으로 운행되어 친환경적이고, 별도의 주차 공간이 필요하지 않는다. 또한, 타 이동수단에 비해 경제적이라는 특징을 갖고 있어 많은 소비자들의 중단거리 이동수단으로 사용하고 있다.

그림 1.은 한국교통연구원 자료에 따른 전동킥보드 대여 산업 규모의 변화 그래프 이다.

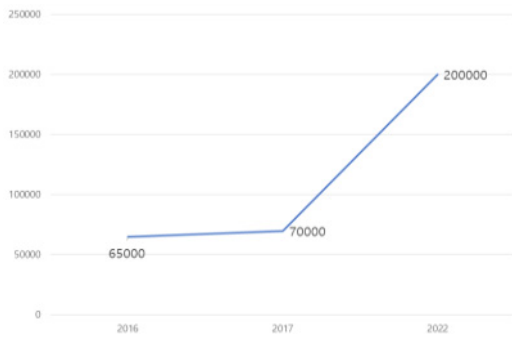


그림 1. 전동킥보드 대여산업 규모변화 (한국교통연구원)
Fig. 1. Changes in the scale of the electric kickboard rental industry (Korea Transport Institute)

전기를 동력으로 작동되는 전동킥보드의 특성상 안정적이면서 효율적인 배터리 수급은 가장 기본적이고 중요한 이슈가 된다.

최근 전동킥보드를 이용한 사용자들의 후기에 따르면 전동킥보드를 이용하려고 하였으나 배터리가 방전상태이거나 배터리 충전 정도가 낮아 이용을 하지 못하는 경우가 자주 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 배터리 수급의 불안정성은 작은 배터리 용량, 이용시간 대비 짧은 충전시간, 제품 불량, 관리 부주의 등 다양한 요인이 있을 수 있다.

이에 본 논문에서는 전동킥보드의 안정적인 배터리 사용을 위하여 태양광 충전시스템을 제안한다.

II. 전동킥보드 배터리 성능 및 사용 한계점

1. 전동킥보드 배터리 성능

현재 국내에서 판매되고 있는 전동킥보드의 구조는 제조사에 따라 다양하지만, 대부분 그림 2.와 같이 디스플레이, 핸들, 가속기, 브레이크, 바퀴, 모터, 발판, 배터리 등으로 이루어진다. 전동킥보드의 배터리는 전동킥보드 발판 아래쪽에 위치한다.



그림 2. 전동킥보드의 구조[1]
Fig. 2. Structure of electric kickboard

전동킥보드에 사용되는 대부분의 배터리는 리튬이온 배터리이고, 배터리 충전장치는 직류전원장치와 리튬이온 배터리 전용 충전기가 있으나 국내에서 사용되는 대부분의 전동킥보드 충전기는 직류전원장치이다.

그림 3.은 전동킥보드에 사용되는 리튬이온 배터리이다.

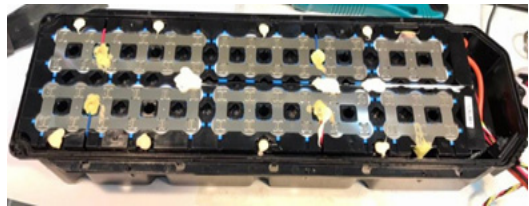


그림 3. 전동킥보드 배터리[2]
Fig. 3. Electric kickboard battery

리튬배터리의 전압 호칭은 24V, 36V, 48V, 52V, 60V 5가지로 나뉜다. 일반적으로 36V전압을 가장 많이 사용하고, 전동킥보드 역시 36V의 전압을 사용한다. 이로 인해 대부분의 전동킥보드는 42V충전기를 사용한다. 표 1.은 리튬배터리의 호칭 및 전압을 나타낸다.

표 1. 리튬배터리 호칭 및 전압

Table 1. Lithium battery name and voltage

전압 호칭	리튬배터리				주사용처
	직렬조 합수	방전전 압3.0V	공칭전 압3.7V	만충전 압4.2V	
24V	7S	21	25.9	29.4	농업, 산업용
36V	10S	30	37	42	가장 많이 이는 형태
48V	13S	39	48.1	54.6	고출력 제품들에 사용
52V	14S	42	51.8	58.8	고출력 제품들에 사용
60V	16S	48	59.2	67.2	자이로센서, 보드류

전동킥보드의 배터리 사양이 36V 10Ah로 표기된다면 이러한 배터리의 용량은 $36V \times 10Ah = 360Wh$ 로 360W 전기를 1시간 동안 사용할 수 있는 전기량을 의미한다. 전기자전거의 경우 40km, 전동킥보드의 경우 25km를 주행할 수 있을 정도의 양이다^[3].

2018년 한국소비자원의 국내에서 유통되는 전동킥보드 업체를 선정하여 제품 품질 비교실험을 진행하였다. 실험은 샤오미, 에이유테크, 삼천리자전거, 나인봇, 미니모터스, 유로휠 총 6곳의 업체 제품으로 진행되었다. 표 2.는 각 업체 전동킥보드 제품의 주요 성능 실험 결과를 나타낸다.

표 2.의 실험 내용을 확인해보면 대부분의 전동킥보드 배터리는 평균 충전시간이 5시간 정도이고, 한 번의 충전으로 이동할 수 있는 최대 거리는 업체별로 차이가 크지만 평균적으로 32km 정도이다.

표 2. 업체별 전동킥보드 제품 주요 성능

Table 2. Main performance of electric kickboard products by company

브랜드	모델	최고 속도 (km/h)	주행 거리	무게 (kg)	배터리표시 용량 (Ah)	충전 시간(h)
샤오미	M365	25	29	12.3	7.8	5
에이유테크	RED WING MAX	23	29	15.5	9.6	5.5
삼천리	BRITZ	22	22	14.0	8.55	5.5
나인봇	ES2	25	17	12.3	5.2	4
미니모터스	스피트웨이미니4	21	65	16.6	15.0	8
유로휠	EURO JACK DUAL	22	32	12.7	10.4	6

2. 배터리 사용 한계점

현재 전동킥보드 대여 시스템은 충전이 가능한 별도의 반납 스테이션이 존재하지 않기 때문에 사용이 완료된

킥보드가 도로 곳곳에 방치된다. 이러한 요인으로 인해 전동킥보드를 적시에 충전을 하지 못하게 되어 배터리가 쉽게 방전되는 경우가 발생한다. 이에 본 논문은 태양광 패널과 BMS IoT 시스템을 이용하여 주중과 주행 중에도 자체적으로 배터리 충전이 가능한 시스템을 제안하고자 한다.

III. 현재 전동킥보드 배터리 충전방식 및

태양광 충전시스템 제안

1. 현재 전동킥보드 배터리 충전 방식

현재 사용되는 전동킥보드 배터리의 충전기는 직류 전원장치이다. 직류전원장치는 제품이 단순하고, 전류와 전압이 맞을 경우 여러 제품에 호환되어 사용할 수 있다. 무엇보다 가격이 저렴하여 대부분의 전동킥보드 제품이 직류전원장치를 사용한다. 그림 4.는 전동킥보드 배터리의 충전방법을 나타낸다.

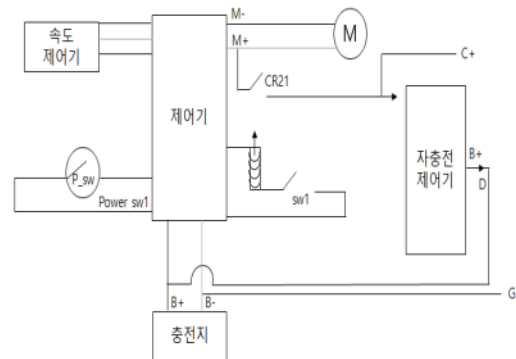


그림 4. 전동킥보드 배터리 충전방법[4]

Fig. 4. Electric kickboard battery charging method

하지만, 직류전원장치를 리튬이온배터리에 오랜 시간 사용하게 되면, 과 충전으로 인한 리튬 손상이 발생하게 되어 폭발 사고로 이어질 수 있다는 위험성이 존재한다.

2. 태양광충전 시스템 제안

본 논문에서 제안되는 태양광 충전시스템은 기존 전동킥보드에 태양광 패널과 BMS IoT 시스템을 이용하여 주중과 주행 중에도 자체적으로 배터리 충전이 가능한 시스템을 말한다.

사용이 완료되어 주차된 전동킥보드의 배터리 충전 정도가 50%이하로 내려갈 경우 전동킥보드 핸들 쪽에 있

는 BMS(Battery Management System)에서 태양광 충전시스템을 활성화 시킨다. 태양광 충전 시스템은 전동킥보드 핸들 옆에 장착된 태양광 패널을 통해 태양광이 감지될 때 활성화된다. 충전이 완료되면 BMS를 통해 태양광 충전 시스템이 비활성화로 전환 된다.

또한, 야간 혹은 흐린 날씨로 태양광이 감지되지 않을 때에는 전동킥보드 발판에 장착된 소형 발전기(generator)가 기계식 에너지를 전기식 에너지로 바꾸어주고, 결과적으로 자동차와 같이 전동킥보드를 주행하면서 작동하는 모터의 동력을 이용해 지속적으로 배터리 충전을 할 수 있게 된다. 즉, 태양광이 있는 경우 전동 킥보드는 태양광을 통해 충전을 하게 되고, 태양광이 없는 경우 generator를 통해 발생하는 전기에너지를 통해 자가 충전을 하게 되는 것이다.

본 시스템을 적용할 경우 배터리 충전 정도에 따라 태양광을 이용하여 자가 충전이 이루어지게 되어 배터리 충전율이 50% 이하로 낮아지는 것을 방지해 주며, 충전이 완료 된 경우 BMS를 통해 태양광 충전시스템을 비활성화 시켜주어 과 충전을 예방할 수 있게 된다.

그림 5. 는 전동킥보드 태양광 충전시스템의 구현도를 나타낸다.

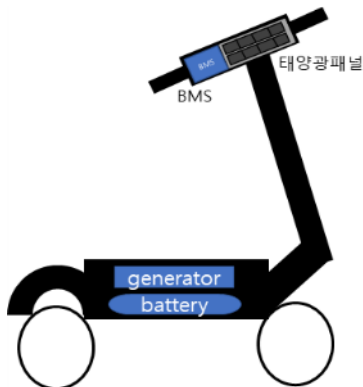


그림 5. 태양광 충전시스템 구현도
Fig. 5. Implementation image of solar charging system

태양전지는 전류-전압 특성곡선 또는 전력-전압 특성 곡선이 비선형적이며 온도나 일사강도에 따라 출력이 변동되는 특성을 지니고 있다. 이에 따라 태양전지는 등가 회로로 나타낼 수 있으며 이러한 등가회로를 기반으로 태양전지를 수식적으로 나타내면 식(1) 과 같다. 식(1)에서 V= 태양전지 출력 전압, IPH는 광 발생 전류(A), Iout은 부하에 흐르는 전류(A), RS는 태양 전지 외부 출력 저항(Ω), RSH는 태양전지 내부 병렬 저항(Ω), B는 재료계수, k는 볼츠만 상수(1.38×10⁻²³ J×K⁻¹), T는 절대온

도, q는 전하량(1.6×10⁻¹⁹ C), A는 pn접합의 재료 특성이 온도에 따라 결정되는 계수를 나타낸다^[5].

$$I_{out} = I_{PH} - A \exp\left(\frac{qV}{BkT} + I_{out}R_s\right) - 1 - \frac{V + I_{out}R_s}{R_{SH}} \quad (1)$$

태양광 패널의 규격이 30cm*13cm이고, 100W일 경우 배터리 사양이 24V 4.5Ah인 전동킥보드를 완전히 충전하기 위해서는 자연광 조건에서 17시간이 필요하다.

그림 6. 은 제안되는 전동킥보드 태양광 충전시스템의 전체 흐름도를 나타낸다.

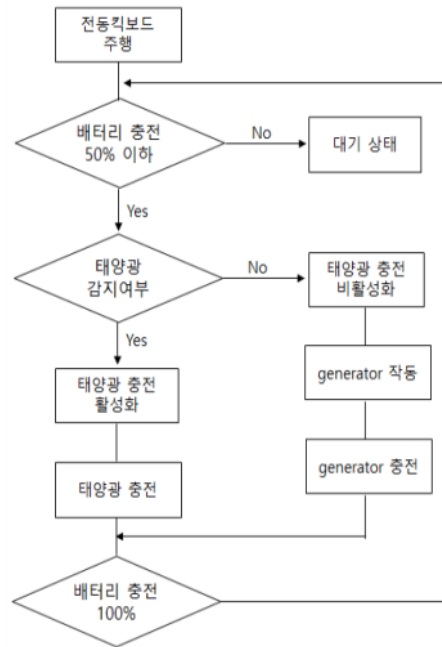


그림 6. 태양광 충전시스템 흐름도
Fig. 6. Flow chart of solar charging system

IV. 결 론

본 논문에서는 태양광 패널과 BMS IoT 시스템을 이용하여 주중과 주행 중에도 자체적으로 배터리 충전이 가능한 시스템을 제안하였다. 전기를 동력으로 작동되는 전동킥보드의 특성상 안정적인 배터리 수급은 가장 기본적인데서 중요한 이슈가 된다. 하지만 충전스테이션이 부재한 현 상황에서 지속적이고 안정적인 배터리 수급은 현실적으로 불가능한 것이 현실이다. 이에 본 논문에서 제안되는 태양광 충전시스템을 도입할 경우 배터리 충전 상태가 일정 수준 이상으로 유지되어 전동킥보드를 사용

하는 사용자에게 배터리 사용 제한이 없는 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 이로 인해 전통키보드 서비스를 이용하는 사용자들의 편리함과 만족도가 높아질 것으로 기대된다.

향후 본 논문에서 제안되는 태양광 충전시스템에서 사용되는 발전기와 태양광 패널의 소형화, 계절에 따른 태양광 패널 자동 입사각 조절에 대한 추가 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

- [1] <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=9765333&memberNo=2220492>
- [2] <https://www.evpost.co.kr/wp/%ED%8D%BC%EC%8A%A4%EB%84%90-%EB%AA%A8%EB%B9%8C%EB%A6%AC%ED%8B%B0-kc%EC%9D%B8%EC%A6%9D%EC%97%90-%EB%B0%A9%EC%B9%98%EB%90%9C-%EC%95%88%EC%A0%84/>
- [3] http://bike.chosun.com/site/data/html_dir/2017/08/14/2017081401290.html
- [4] <https://patents.google.com/patent/KR20060086033A/ko>
- [5] <https://patents.google.com/patent/KR101741924B1/ko>
- [6] Eun-Jin Jang, Seung-Jung Shin, "Proposal of New Data Processing Function to Improve the Security of Self-driving Cars System", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.20, No.4, pp.81-86, Aug. 31, 2020
DOI:<http://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.4.81>
- [7] Euyseok Hong, "Semi-supervised Model for Fault Prediction using Tree Methods", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.20, No.4, pp 107-113, Aug.31.2020
DOI:<http://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.4.107>
- [8] Jong-Yong Lee, "Performance Comparison between Hierarchical Routing Protocols applying New Performance Evaluation Items", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.20, No.4, pp.51-57, Aug.31.2020
DOI:<http://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.4.51>
- [9] Soon-Hwan Kwon, Dong-Hyun Tae, Hu-Dong Lee, Dae-Seok Rho, "A Study on Searching Algorithm for Malfunction Pattern of Protection Devices in Distribution System with PV System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.21, No.9, pp.652-661, 2020

DOI:<http://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.9.652>

- [10] Gi-Jong Gwon, Youngsung Kwon, "Three-Dimensional Magnetic Resonant Coil System with Double Transmitter Coil for Enhancement of Wireless Charging Efficiency and Charging Flexibility", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.21, No.9, pp.9-16, 2020
DOI:<http://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.9.9>
- [11] Byung-Mol Kim, Hu-Dong Lee, Dong-Hyun Tae, Dae-Seok Rho, "A Study on Output Enhancement Method of PV Array Using Electrical Circuit Reconfiguration Algorithm", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.21, No.8, pp.9-17, 2020
DOI:<http://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.8.9>

저 자 소 개

장 은 진(정회원)



- 2012년 2월 : 단국대학교(학사) 식량생명공학과, 중국어학과
- 2019년 2월 : 한세대학교 대학원 IT융합학과 (공학석사)

신 승 중(종신회원)



- 1988년 : 세종대학교 대학원 경영학 과졸업(석사)
- 1994년 : 건국대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)
- 2000년 : 국민대 대학원 정보관리학과 졸업(박사)
- 1995년 ~ 2003년 : 중부대학교 정보보호학과 교수
- 2003년~현재 : 한세대학교 ICT융합학과 교수
- 주 관심분야 : 정보보호, 이동통신, 통신공학

※ 본 논문은 한국산업단지공단 학술연구비를 지원받아 작성되었음.(과제번호:PSU19BR1)