

태양광과 압전소자를 이용한 융복합 LED 발광 과속방지턱 검용 가로등 개발

남의석*, 조한진**
극동대학교 유비쿼터스IT학과*
극동대학교 스마트모바일학과**

Development of Convergence LED Streetlight and Speed Bump Using Solar Cell and Piezoelectric Element

Eui-Seok Nahm*, Han-Jin Cho**

Dept. of Ubiquitous IT, Far East University*

Dept. of Smart Mobile, Far East University**

요 약 야간에 가로등이 없는 지방 국도 또는 우천시에 과속 방지턱이 보이질 않아 과속방지턱에 거의 근접하여 급 브레이크를 밟는 경우가 종종 발생하여 사고가 발생한다. 또한, 논 또는 밭과 인접한 지방 국도의 경우 농작물의 피해를 줄이고자 가로등 설치를 못하는 실정이다. 이 경우 야간에 사람들이 길을 다니는 경우 특히 검은색 계열의 옷을 입고 다니는 경우 사람의 존재를 운전자가 인식하지 못해 잦은 사고가 발생한다. 이 경우, 파장이 긴 색깔의 LED 가로등을 설치하면 농작물의 피해를 주지 않고 사람의 존재만 구별할 수 있어 교통사고를 줄일 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 이를 위하여 과속방지턱에 LED를 부착하여 점등함으로써 사건의 속도를 줄여 사고를 줄일 수 있고 또한 농작물에 피해를 주지 않으면서 인사 교통사고를 줄일 수 있는 태양광 및 압전소자를 이용한 절전형 LED 자동점등 지방국도(논로) 교통사고 방지 및 과속방지턱 겸용 가로등을 개발하였다. 태양광 및 압전소자를 이용 전력을 축적하여 LED를 점등하는 방식으로 조도센서를 사용하지 않고 태양광 소자의 에너지 축적 여부를 이용하여 LED를 ON/OFF한다. 또한 압전소자도 이용함으로써 여름철 장마에 태양광에 의한 축적이 부족한 경우를 대비할 수 있고, 또한 저전력 설계를 구현하여 최소 3일 이상 무충전시에도 정상 작동하도록 구현하였다.

주제어 : 태양광, 압전소자, 가로등, 과속방지턱, 융복합 상황인지

Abstract In driving at evening or night, we are not able to recognize the speed bump and so stop suddenly. It could result in accidents. And also, we have a restriction of street light installation in farm road because it could be harmful to the crops and driver could not recognize the walking people. It needs to develop the speed bump with light and streetlight to be non harmful to the crops. So, we develop both the speed bump and streetlight with LED which could be non harmful to the crops and be increased recognition of walking people in farm road. For LED lighting power, we use the solar cells, and piezoelectric elements. It has automatic on/off according to power saving rates without illumination sensor. Minimization of circuit elements and design of minimum resistors and low power LED was used for power saving in assuring 3-days.

Key Words : Solar cell, Piezoelectric, Streetlight, Speed bump, Convergence context-aware

Received 28 March 2016, Revised 29 April 2016
Accepted 20 May 2016, Published 28 May 2016
Corresponding Author: Han-jin Cho
(Dept. Smart Mobile, Far East Univ.)
Email: nahmes@kdu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

야간에 가로등이 없는 지방 국도에서 차량을 운행하거나 또는 우천시 멀리서 과속 방지턱이 보이질 않아 과속방지턱에 거의 근접하여 급제동을 하는 경우가 종종 발생한다. 이로 인해 겨울철 또는 우천 시에 사고가 종종 발생한다. 또한, 눈 또는 밭과 인접한 지방 국도의 경우 농작물의 피해를 줄이고자 가로등 설치를 못하는 실정이다. 이 경우 야간에 사람들이 길을 다니는 경우 특히 검은색 계열의 옷을 입고 다니는 경우 사람의 존재를 운전자가 인식하지 못해 잦은 사고가 발생한다. 이 경우, 과장이 긴 색깔의 LED 가로등을 설치하면 농작물의 피해를 주지 않고 사람의 존재만 구별할 수 있어 교통사고를 줄일 수 있을 것으로 판단된다[1,2,3].

현재 국내에 과속방지턱에 점등 장치를 부착한 것은 없는 실정이다. 국내 과속방지턱은 대부분 아스팔트를 반원 형태로 높게 쌓아 과속 방지 기능을 수행한다. 과속방지턱의 규격은 길이 3.6m, 폭 2m, 최대높이 10cm로 정해져있으나(국지도로 중 폭 6m 미만의 소로 등에서 표준 규격이 해당 지역의 여건으로 보아 크다고 판단되는 경우에는 길이 2.0m, 높이 7.5cm를 적용) 제작시 특별한 장비가 없어 대충 짐작에 의해 턱을 쌓아 툴러로 다지기 때문에 정확한 규격을 맞추기는 어려우며 또한 하절기에는 방지턱 재질인 아스콘이 열에 약하여 쉽게 찌그러져 낮은곳은 더 낮고 높은곳은 더욱 높아져 오히려 사고의 원인이 되고 있다. 이를 보완하기 위한 조립식 과속방지턱의 장점은 규격이 일정하고 시인성이 장기간 유지되고 하절기에도 찌그러짐이 없다는 것이 장점이나 중국산이 수입, 유통되어 금방 탈색되고 부스러져 잘 안보여서 과속방지턱의 신뢰를 떨어뜨리고 있는 실정이다. 합성 수지를 이용하는 조립식의 경우도 노란색 형광 페인트를 합성수지에 칠하여 과속 방지 기능을 수행한다. 위의 두 경우 모두 가로등이 없는 지방도의 경우 야간 또는 우천시 거의 식별이 어려운 상황이다. 현재 태양광을 이용한 축적 기술은 현재 매우 보편화되어 있는 기술이다. 압전소자를 이용한 축적 기술은 기술 자체는 매우 상용화 되어 있으나 압전소자의 국산화가 안되어 응용되는 사례가 거의 없다[4,5].

해외의 경우 Zhang Yakun, He Siqian, Zhu Ningning, Chen Chen & Mu Zhiwei가 제작한 발광 과속방지턱의

원리는 타이어가 중간쯤에 오면 압력을 받게 되고 이 운동에너지를 전기에너지로 변환시키는 구조입니다. 이것으로 야간에 조명을 하는 것이다. 또한 경사부분과 평평하게 연결된 부분에는 압력을 줄여주는 고무 재질을 부착해 타이어와 이 과속방지턱 자체를 보호하는 역할을 한다. 영국의 피터 휴가 발명한 '동력 경사로'를 이용한 발광 과속 방지턱은 영국 런던 서부의 얼링 자치구에서 15만 파운드(약 3억원)의 예산을 들여 200여 곳 설치 운영하고 있다. 경사로 밑에 설치된 기계장치가 상하운동을 회전운동으로 바꾸어 전기를 생산한다. 회전축에는 저단기어와 고단기어를 차례로 배치해 차가 지나고 난 뒤에도 30초 동안 회전이 계속되도록 설계했고 생산하는 전기량은 지나가는 차의 무게와 빈도에 따라 다르지만 5~10kW 정도이다. 두 경우 모드 통행량에 의존하는 방식으로 통행량이 부족한 경우 전원에 문제가 생기고 또한 가로등의 역할은 없는 실정이다[6,7].

따라서, 본 논문에서는 이를 방지하기 위하여 과속방지턱에 LED를 부착하여 운전자의 시야가 짧아지는 야간 또는 우천시 등에 LED를 점등함으로써 사전의 속도를 줄여 사고를 줄일 수 있고 또한 농작물에 피해를 주지 않으면서 인사 교통사고를 줄일 수 있는 태양광 및 압전소자를 이용한 절전형 LED 자동점등 지방국도(논로) 교통사고 방지 및 과속방지턱 겸용 가로등을 개발하였다. 태양광 소자와 압전소자를 이용하여 전력을 축적하고 이를 이용하여 LED를 점등하는 방식으로 조도센서를 사용하지 않고 태양광 소자의 에너지 축적 여부를 이용하여 LED를 ON/OFF한다. 태양광 소자 뿐만 아니라 압전소자도 이용함으로써 여름철 장마에 태양광에 의한 축적이 부족한 경우를 대비할 수 있고, 또한 저전력 설계(대기전력 없음(빛이 존재 유무로 LED의 ON/OFF), 부품의 간소화와 저저항 설계, 저전력 LED사용)를 구현하여 최소 3일(완전 충전시 70시간 이상 사용 가능) 이상 무충전시에도 정상 작동하도록 구현하였다.

2. 기본 설계

본 개발은 태양광과 압전소자를 이용 듀얼로 전력을 축적하여 과속방지턱에 LED를 점등하게 하여 야간 차량 주행시 과속방지턱 인식에 의한 사고 방지와 논로에 설

치시 사람을 인식하여 교통사고를 예방할 수 있는 LED 과속 방지턱 겸용 가로등 개발을 하는 것이다[8,9].

기본적으로 설계에는 아래 <Table 1>의 사항들이 고려되어야한다.

<Table 1> Consideration of Basic Design

Circuit Design and Evaluation (in Board)	- LED Display Circuit with Low Power - LED Power Circuit depending on Optical Detecting - Charge and Surge Protection Circuit - Power Input Circuit
Design of Speed Bump	- Water Resistance - Impact Testing - Temperature / Durability
Others	- Design of Speed Bump - Mock-up - Field Test

2.1 기본 작동

회로도에는 크게 디스플레이부(전력사용부)와 컨트롤부, 충전보호회로, 외부전원 입력로 구성된다. 외부전원 중 솔라셀은 주요 전원공급수단이다. 기본적인 작동은 다음과 같다.

- 충전상태(LED_OFF) : Solar Cell의 전원인가에 따라 컨트롤 부의 C접점(A접점과는 반대로 전원이 없는 초기상태가 쇼트상태이고 전원 인가시 단락으로 간다.) 릴레이의 LED전원공급이 단락되고 배터리의 4.8V 보다 높은 전압(5.4V)으로 충전된다. (다이오드의 전압강하에 의해 6V→5.7→5.4가 된다.) 그 외에 압전소자에서 오는 전력은 지속적인 전원이 아닌 관계로 실제로 배터리에 충전되기는 힘들다. 그렇기 때문에 캐패시터에 순간적으로 충전시키고 캐패시터에서 방전이 되면서 배터리에 충전할수 있게 한다[10,11].

- 방전상태(LED_ON) : Solar Cell의 비전원인가에 따라 컨트롤부의 접점이 쇼트가 되면서 배터리내의 전력이 LED에 인가되면서 LED_ON상태가 된다. 이상태에서도 압전소자에서 전력이 들어오면 사용할 수 있다.

이를 위해 구현하기 위한 세부 내용은 다음과 같다.

- 1) 태양광 충전 모듈 개발
- 2) 압전세라믹 충전 모듈 개발
- 3) LED Display 회로 구현(저전력 구현)
- 4) 빛의 유무에 따라 LED에 전원 공급 회로
- 5) 전원 충전 및 써지 보호 회로 설계 및 구현

6) 외부 전원 입력부 회로 설계 및 구현

7) 과속 방지턱 기구 설계 제작(방수, 충격 및 온도 내구성 설계)

태양광 소자 뿐만 아니라 압전소자도 이용함으로써 여름철 장마에 태양광에 의한 축적이 부족한 경우를 대비할 수 있고, 또한 저전력 설계 구현하여 최소 3일 이상 무충전시에도 정상 작동하도록 구현한다.(완전 충전시 최소 70시간 이상 LED 발광)

2.2 저전력 설계

저전력 설계의 핵심은 3가지 측면에서 구현된다.

- 대기 전력이 없다.

타이머를 이용한 회로는 타이머클럭을 계산하는 회로를 항상 동작시켜야 되기때문에 대기전력 소모가 발생한다. 또 조도 센서를 이용한 회로도 조도 센서에 공급하는 대기 전력이 발생한다. 하지만 이회로는 빛이 존재의 유무(즉, 외부공급원)로 LED의 ON,OFF를 하기때문에 대기 전력이 전혀 없다.

- 부품의 간소화와 저저항 설계

시스템 내에서 부품이 많으면 그만큼의 저항이 발생하여 소모전력이 높아진다. 그것을 최소화하고 효과적으로 필요한 부품만 간소화 시켜서 배치함이다.

- 저전력 LED의 사용이다.

LED는 저전력인 부품이고 거기에 색을 RED로 한 것은 가장 효율적인 색이기 때문이다. 광량은 높고 전압과 전류는 적게 들어가는 적색과 황색 LED를 사용하는 것이다[12,13].(블루,화이트,그린 대비 약 30%저전력효율, 광량은 2배이상 차이남)(RED_ 30lm) (BLUE_ 11lm)

2.3 외관 및 방지턱

압축 실리콘 튜브를 설치하여 작동시 내부의 압력과 스프링의 장력으로 작동하게 하여 외부의 공기 및 수분이 차단되기 때문에 동절기 결빙으로 발생할 수 있는 작동결함을 해소하도록 구현한다.

용량은 하루 10시간의 일조량 중에서 태양전지가 받는 80%전력 이상을 생산하는 빛의 시간은 8시간이다. 태양전지의 효율이 20w라고 하면 하루 생산전력은 20w×8=160w이다. 24시간중에 8시간을 충전하고 나머지

2시간은 유지기간이라 했을 때에 LED전원 인가되는 시간은 14시간이다. LED에서 소비되는 전력을 계산하면 시간당 4.8w임으로 67.2w의 전력을 소모한다. 배터리 용량이 336W임으로 충전없이 사용 기간은 총 70시간이다.

즉, 하루 충전량 160W, 하루 소비량 67.2W 을 빼고 남은 92.8W의 전력이 예비 전력으로 충전할 수 있다. 이렇게 많은 예비전력을 둔 것은 국내에서는 한달 평균 일조량이 고르지 못하기 때문이다. 즉 흐린 날씨가 3일 정도 지속할 수 있다는 것이다. 이것을 보완하기 위해서 압전소자에서 발생하는 전력을 활용하지만은 그것으로 부족하기 때문에 예비 전력의 활용이 필요하다.

3. 하드웨어 구현

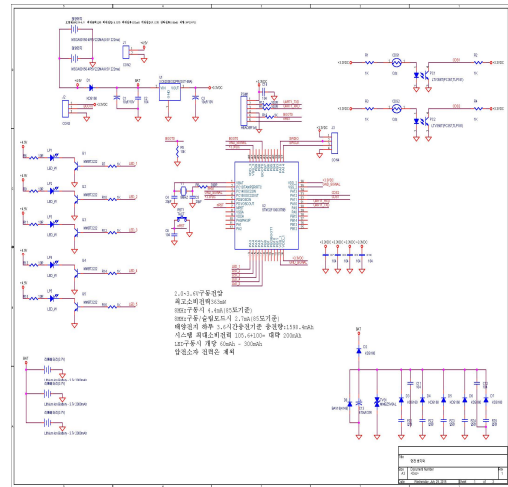
3.1 태양광 충전

태양전지로 들어오는 전압 4.32V에서 L1을 통과하여 BAT로 들어가면서 최대충전전압 4.32V로 완전충전이 가능하고 대한민국 기본 일사량기준인 하루 3.6시간을 기준으로 하루 충전가능용량 1600mA를 기준으로 잡았다. 배터리 완전방전상태에서 완전 충전에 걸리는 시간을 계산하면 대략 4일정도 걸리는 결과가 나온다.

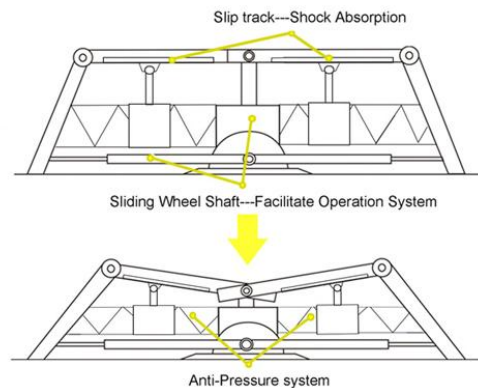
3.2 압전소자 충전

압전소자를 통한 충전을 계산에 들어가 있지 않다. 이유는 아직 압전을 사용하여 충전을 하는 데이터가 충분하지 못하기 때문이다. 그만큼 아직 불모지라는 이야기도 된다[14,15].

압전소자가 발생하는 전압은 20~40V기준의 교류파형이다. 이 교류파형을 KDS160의 다이오드로 (KDS160은 다른 다이오드 보다 내구성과 복구속도가 높다) 반파정류하여 직류로 만들고 중간에 존재하는 세라믹 캐패시터(충방전속도가 높다)로 임시 충전 후 대용량 캐패시터에 충전을 한다. 역전류방지를 위한 다이오드 BAV16을 달았다. TVS는 과전압으로 인한 시스템의 손상을 막기 위해서 달았다. 메인 개발 보드는 [Fig. 1]과 같고 압전소자 작동을 위한 구조는 [Fig. 2]와 같다.



[Fig. 1] The Hardware Design



[Fig. 2] The Design of Piezoelectric Operation

3.3 MCU전원공급

MCU에 공급전원은 3.3V로 일정해야하기 때문에 XC6203을 달았다. 이 레귤레이터는 공급전원이 3.3V를 공급하고 3.3V가 나온다. 또 2.5V를 공급하여도 2.5V로 그대로 통과하여 나온다. 시스템 안정화를 위해 탄탈 캐패시터를 달았다[16,17].

3.4 MCU구동방식

- MCU소비전력 : MCU는 32비트의 ARM cortex M3이다. 구동전원은 2.0V~3.6V이고 클럭은 8MHz를 사용기준으로 하여 4.4mA를 사용한다. 타부품의 최대소비전력

10mA를 기준으로 본다면 총 15mA를 사용한다. 1일총 360mA를 사용한다. 4일 1440mA를 사용한다고 본다. 단 LED구동은 제외.

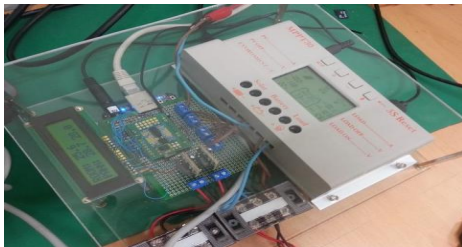
LED는 5파이 화이트 기준으로 개당20mA를 사용한다.(일반스펙에서 최대밝기일 때) 5개 기준으로 100mA를 사용한다.

- MCU다운로드 : 다운로드방법은 2가지이다. 튜를 사용한 SWD 다운로드 디버깅방식과 UART를 이용한 다운로드 방식이 있다.

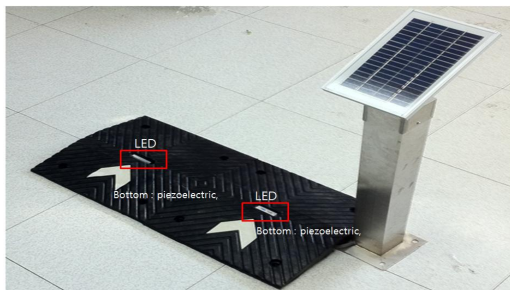
- CDS센서 : CDS는 LED구동시기를 확인하기 위해서 사용한다. 센서자체가 아날로그 센서인 관계로 직접 포트에 연결하지 않고 포토커플러를 사용하여 연결을 하였다. 연결저항의 값을 변경하여 빛의 세기를 2개의 포트를 사용하여 확인할 수 있다.

- LED구동 : LED 구동은 총 5개로 나누었고 CDS의 값과 현재전원을 체크하여 1~5개의 LED를 개별 구동할 수 있게 하였다. MMBT2222은 NPN으로 HIGH 제어가 아닌 LOW제어로 3.7V와 3.3V차인 0.5V 차이로는 LED가 구동되지 않는다. 3.7V와 0V로 사용하여 전압차 3.7V를 사용하여 LED를 구동하는 방식이다.

[Fig. 3]은 구현된 회로보드이고 이다. [Fig. 4]는 실제 개발된 제품의 사진이다.



[Fig. 3] The Developed Board



[Fig. 4] The Developed Speed Bump/Streetlight

4. 성능 시험

4.1 충전용량 시험

충전용량은 실제 사용에 핵심이 되는 요소로 완충시 최소 72시간(3일) 목표로 설계가 되었다. 실사용과 유사한 시험환경에서 시험을 수행한 결과 80시간~83시간 사용이 가능함을 확인할 수 있었다. 당초 설계치 72시간을 초과한 결과를 얻을 수 있었다. 시험 환경은 아래와 같고 총 5회의 시험결과는 <Table 2>와 같다.

(1) 시험 환경

- 백업 배터리 강제 완충 후, 암실에서 LED 발광 지속시간 측정

- 5회 실시

(2) 시험 결과

<Table 2> Charging Test Results

No.	Hour(Hr)
1	81
2	82
3	80
4	83
5	82

4.2 온도 시험

온도 시험의 경우, 외부에 설치되거나 내함에 들어가는 제품은 관련 규정상 -20도에서 70도에서 운영가능하여야 한다. 따라서, 시험 환경은 아래 [Fig. 5]의 체임버 안에서 -20~70도로 시험을 하였다. 시험 결과 정상 동작에는 문제가 없을 확인할 수 있었다.

(1) 시험 환경

- -20도에서 70도로 체임버에서 시험

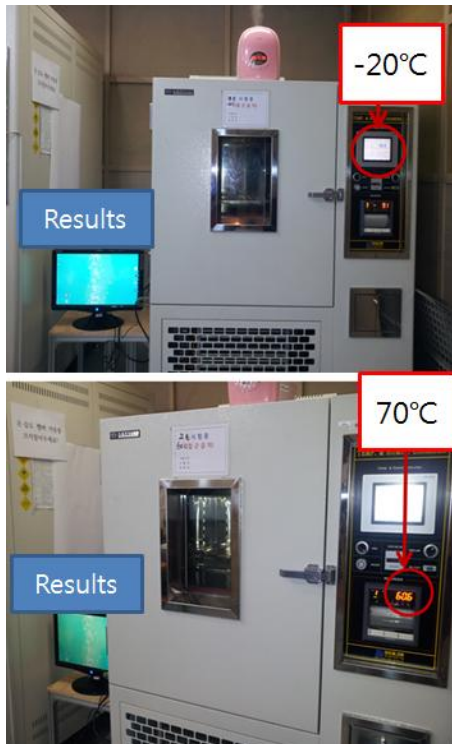
(2) 시험 결과

5. 결론

압전소자 및 태양광을 이용한 축전 기술은 매우 일반화된 기술이다. 본 논문에서는 압전소자 및 태양광 두 개를 모두 이용함으로써 최소 72시간 이상 무충전시에도

발광할 수 있도록 절전 회로설계를 구현함으로써 실용성이 매우 강함을 확인할 수 있었다.

압전소자와 태양광 모두를 동시에 이용한 듀얼 충전 방식이 적용되어 압전소자와 태양열 소자를 모두 이용함으로써 충전 용량을 2배 이상 향상이 가능하였다. 완전 충전상태에서 최소 80시간 유지가 가능하였다.



[Fig. 5] Test of Temperature

저전력 설계를 위하여 타이머 회로와 기존의 조도 센서를 제거하고 태양광 소자로부터 에너지 축적 유무에 따라 LED On/Off함으로써 대기 전력을 최소화하였다. 또한 부품의 간소화와 저저항 설계를 위하여 저전력 LED사용, 적색과 황색 LED를 사용(블루, 화이트, 그린 대비 약 30% 저전력 효율, 광량은 2배 이상 차이남)하였다.

동절기 장애 해소를 위하여 압축 실리콘 튜브를 설치하여 내부의 압력과 스프링의 장력으로 외부의 공기 및 수분을 차단하여 충격과 동절기 결빙 문제 해소하였다.

따라서, 본 논문은 기술적으로는 크게 독창성 보다는

현실적 응용 측면에서는 태양광 사업이 국가의 보조를 받아 이루어지는 대부분의 비즈니스 영역을 넘어서는 측면에서 의의가 있다고 판단된다.

또한, 실용성 및 기업의 측면에서 지방자치단체의 태양광 발주 금액에 따라 사업이 영향을 받으므로 국내의 지자체 의존적인 작은 시장 넘어서는 하나의 자체 상품으로 향후, 개발품의 상용화가 확대되면 기존의 큰 도로가 아닌 작은 도로에 설치되어 운영되는 또는 전원 주택 단지 등에 활용되어 진다면 태양광 산업의 신시장 개척 및 탄소 절감이라는 국가적 차원과 더불어 기업의 수익 창출에도 큰 발판이 될 것으로 기대한다.

REFERENCES

- [1] Nunoo. S, Attachie. j.c, Abraham. c. k, "Using solar power as an alternative source of electrical energy for street lighting in Ghana.", Innovative Technologies for an Efficient and Reliable Electricity Supply (CITRES), 2010 IEEE Conference on 10. 109/CITRES.2010, pp. 467-471, 2010.
- [2] Juan C. Minano Pablo Bentitez, Julio Chaves, Maikel Hernandez, Oliver Dross, Asuncion Santamaria, "High-Efficient LED backlight optics designed with the flow-line method", pp. 6-17, SPIE, 2005.
- [3] Kaiyun Cui, Gang Chen, Zhengyuan Xu, Richard D. Roberts, "Line-of-sight Visible Light Communication System Design and Demonstration", pp. 621-625, IEEE, 2010.
- [4] N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo, and M. Vitelli, "Optimization of perturb and observe maximum power point tracking method", IEEE Trans. Power Electron., Vol. 20, No. 4, pp. 963 - 973, Jul. 2005.
- [5] B. K. Bose et al (1985), "Microcomputer control of a residential photovoltaic power conditioning system", IEEE Trans. On Industry Application. IA-215. 1985.
- [6] Hajime Kawamura, etc., "Simulation of I-V characteristics of a PV module with shaded PV cells", Solar Energy Materials & Solar Cells, 2003.
- [7] IEA PVPS, "Trends in Photovoltaic applications", IEA, Report IEA-PVPS, 2006.

- [8] R. Leandro and I. Barbi, "A Three-Phase Current-Fed Push-Pull DC-DC Converter", IEEE Trans. on Power Electronics, Vol. 24, Issue 2, pp. 358-368, 2009.
- [9] V. Salas, E. Olias, A. Barrado, and A. Lazaro, "Review of the maximum power point tracking algorithms for stand-alone photovoltaic systems", Solar Energy Mater. Solar Cells, Vol. 90, pp. 1555 - 1578, 2006.
- [10] R. Chenni, M. Makhlof, T. Kerbache and A. Bouzidura, "A detailed modeling method of photovoltaic cells", Energy, Vol. 32, pp. 1724-1730, 2007.
- [11] Linear Technology Data Sheet LT3652, "Power racking 2A Battery Charger for Solar Power", www.linear.com.
- [12] Eui-Seok Nahm, "Development of Multi-Touch /Context-Aware Convergence Digital Signage System based on Android OS Platform", Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 8, pp. 245-251, 2015
- [13] Keun-Sik Kim, Jong-Hoon Kim, "A Design of the Cat's Eye System with Low Power Consumption Using Solar Energy", Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 1, pp. 181-187, 2016.
- [14] H. Huh and J. Lee, "A Study on Development of H8 MCU IDB(Integrated development board) for Embedded Education", J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 4, No. 1, pp. 51-57, 2009.
- [15] Y. Jung, "A Study on Generalized Output Capacitor Ripple Current Equation of Interleaved Boost Converter", J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 7, No. 6, pp. 1429-1435, 2012.
- [16] Bo-Seon Kang, Keun-Ho Lee, "A Scheme on Energy Efficiency Through the Convergence of Micro-grid and Small Hydro Energy", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 1, pp. 29-34, 2015.
- [17] Sunghyun Yun, "The One Time Biometric Key Generation and Authentication Model for Protection of Paid Video Contents", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 5, No. 4, pp. 101-106, 2014.

남 의 석(Nahm, Eui-Seok)



- 1991년 2월 : 연세대학교 전기공학
과(공학사)
- 1993년 2월 : 연세대학교 전기공학
과(공학석사)
- 1998년 2월 : 연세대학교 전기공학
과(공학박사)
- 2003년 2월 ~ 현재 : 극동대학교 유
비쿼터스IT학과 교수

- 관심분야 : 제어시스템, 홈네트워크, 지능형시스템
- E-Mail : nahmes@kdu.ac.kr

조 한 진(Cho, Han-Jin)



- 2002년 8월 : 한남대학교 컴퓨터공
학과(공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 스
마트모바일학과 교수
- 관심분야 : 모바일 보안, IoT 보안,
모바일 콘텐츠
- E-Mail : hanjincho@hotmail.com