

# 하이브리드 광 추적방식의 태양광 발전 시스템 Solar Power Generation System with Hybrid Sun Tracker

이재민<sup>1\*</sup>, 김용<sup>2</sup>  
Jae-Min Lee<sup>1\*</sup>, Yong Kim<sup>2</sup>

## <Abstract>

This paper describes the design and implementation of hybrid sun tracking solar power generation system designed by combining astronomical data with optical tracking mechanism. The advantages of proposed power generation system are small amounts of calculation for tracking operations and enhancement of 40% of power generation at best. This system is able to track toward optimal position for maximum sun-lights under scattered lights due to clouds. The performance of implemented power generation system is confirmed by field experiments.

**Keywords** : *New and Renewal Energy, Solar Power Generation, Hybrid Sun tracking, Astronomical Data-based Sun Tracking*

## 1. 서 론

지구 환경의 보존 및 녹색 성장에 대한 필요성과 이에 대한 세계 각국의 요구에 의하여 최근 신재생 에너지에 관한 관심이 크게 증가하고 있으며 대표적인 신재생에너지의 하나인 태양광 발전에 대한 연구가 학계와 산업에서 모두 활발히 이루어지고 있다.<sup>1-8)</sup>

기존의 태양광 추적 발전시스템들은 천문학적 데이터를 이용하여 태양전지 판넬을 이동시키거나 광 센서를 이용하여 태양을 추적하는 등 어느 한가지 방법으로 태양전지 판넬을 태양광을 가능한 많이 받도록 추적하고자 하는 방식들로 이루어져 있다.

본 논문에서는 태양광 발전시스템의 효율을 높이기 위하여 천문학적 자료와 태양광 감지 기능을 결합한 새로운 하이브리드 추적 방식의

태양광 발전 시스템<sup>1)</sup>을 구현하고 그 성능을 검증한다. 구현한 하이브리드형 태양 추적방식의 발전 시스템은 추적 동작을 위한 마이크로프로세서의 계산량이 많지 않고 기존 단일 추적 방식에 비해 최대 40%정도까지 발전량을 증가시킬 수 있다는 장점을 갖는다. 제작한 시스템의 성능을 야외 실험을 통하여 확인하였다.

## 2. 하이브리드 추적 방식의 태양광 발전 시스템

Fig. 1은 제안하는 하이브리드 추적방식의 태양광 발전 시스템의 개요도이다. 일반적으로 태양 추적 발전시스템에 사용되는 마이크로프로세서는 매 시간 태양광의 고도와 위도 각을 계산하는 방식은 주변 환경 변화에 대응하지 않고 매번 복잡한 연산을 하므로써 프로세서의 부담을 가중시킨다.<sup>2-5)</sup>

<sup>1</sup>교신저자, 정회원, 관동대학교, 전자정보통신공학부 교수, 工博  
E-mail : leejm@kd.ac.kr,

<sup>2</sup>준회원, 관동대학교, 대학원, 전자정보통신공학부

<sup>1</sup>Corresponding Author, Prof., Division of Electronic Information & Communication Engineering Kwandong University, Ph.D.

<sup>2</sup>Under graduate school, Division of Electronic Information & Communication Engineering Kwandong University

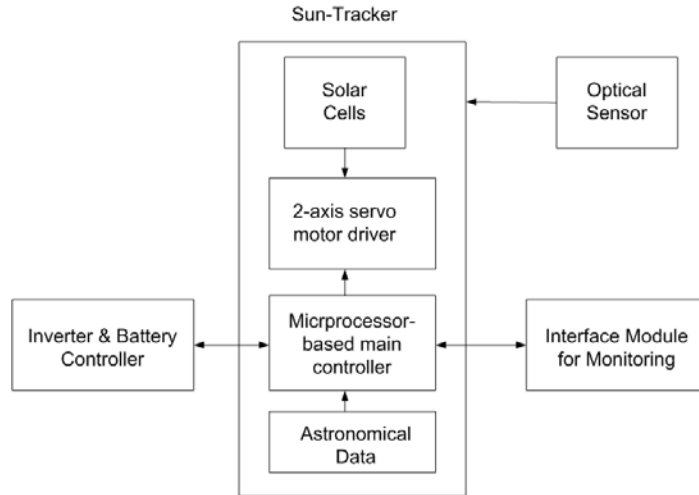


Fig. 1. A concept of hybrid sun-tracking solar power generation.

제안하는 시스템에서는 태양광 발전을 하지 않는 저녁 시간에는 마이크로프로세서가 MPPT 제어신호를 생성하지 않는 대신, 다음날 태양의 고도와 방위각에 대한 최적 값을 미리 계산한다. 따라서 실제 발전할 때 기존 방식보다 프로세서의 점유율을 낮추어 태양광 발전량이 급격히 변동하는 시점에 최대 전력점 추적 효율을 높이게 된다.

2.1 HW 및 SW 설계

2.1.1 메인제어 보드 설계 및 프로그램

Fig. 2.에 나타난 메인 제어 보드는 크게 태양광 추적 제어부와 발전 상태 모니터링부로 구성된다. 태양광 추적 제어부는 OP amp, AD 컨버터, PWM 모듈, PWM 드라이버, 모터 속도 조절 회로, 모터 구동회로 및 LCD 모니터 등으로 구성된다. 한편 발전 상태 모니터링 부는 태양전지판으로부터 생성되는 전압과 배터리의 전압을 실시간으로 표시해 주는 기능을 담당한다.

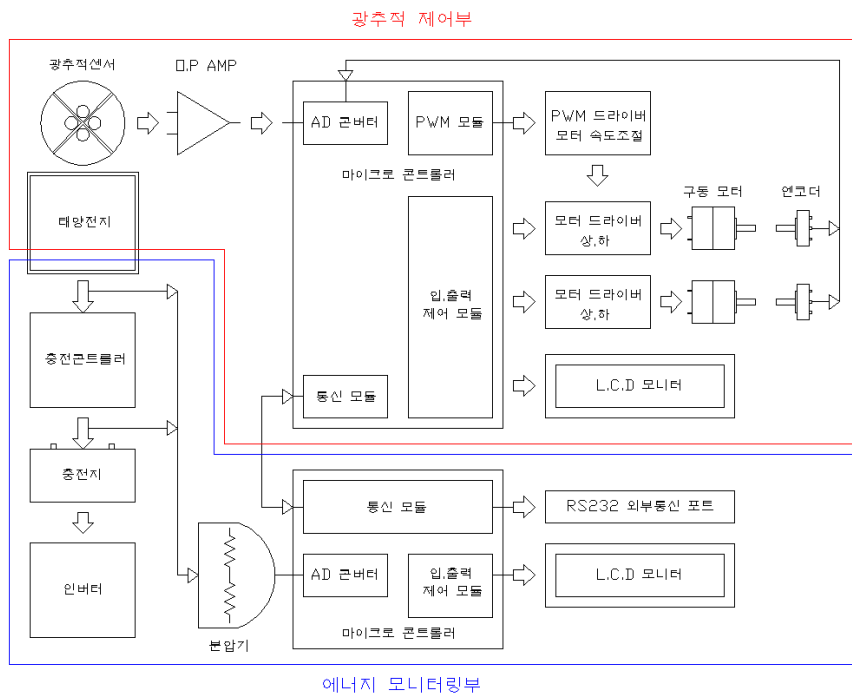


Fig. 2. Structure of main control board.



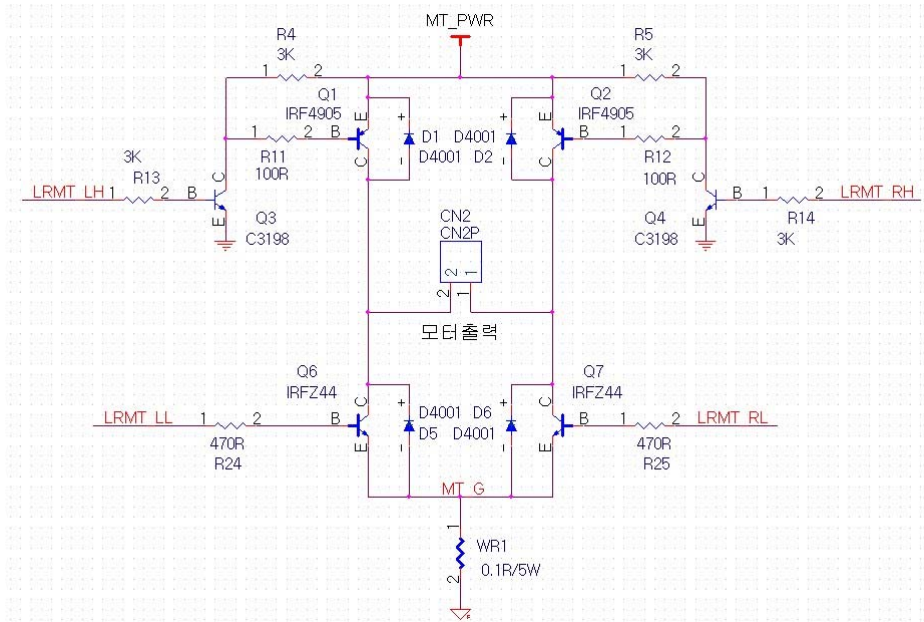


Fig. 4. A motor driving circuit.

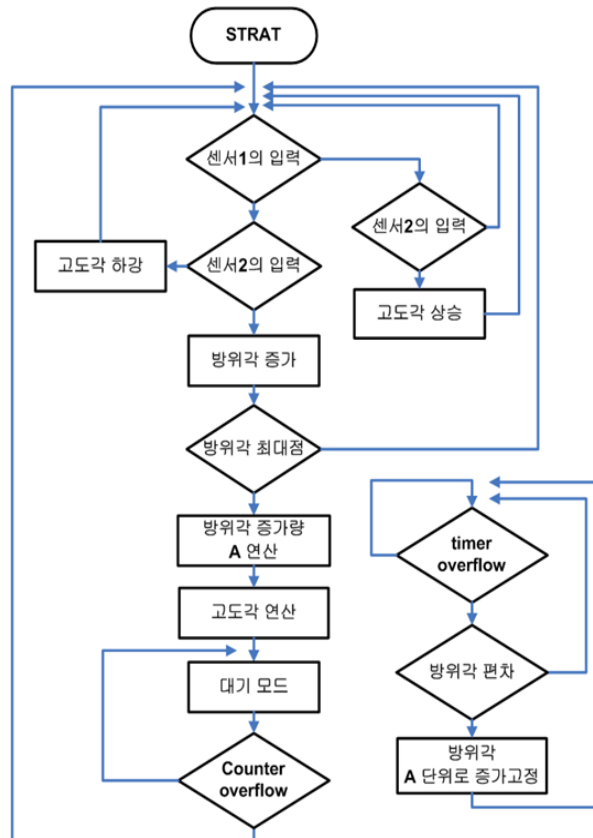


Fig. 5. An operation algorithm of proposed power generation system.

센서가 충분히 반응하지 못할 때나 센서에 심한 외란이 감지되어 on-off가 반복될 경우

센서에 의한 추종을 일시 중단하고 타이머에 의해 일정 시간마다 Fig. 6과 같이 계산된 추

종각도와 현재 각도의 편차를 비교하여 강제 추종한다. 추적 장치가 하루의 최대 방위각에 도달할 때 일광이 일정시간 동안 감지되지 않으면 시스템을 정지하고 대기한다.

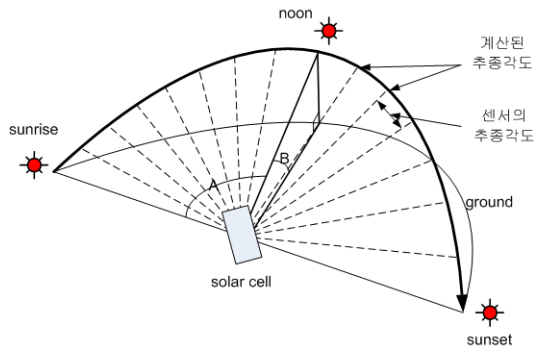


Fig. 6. Azimuth angle and altitude for tracking.

일반적으로 태양광이 직사광선으로 도달하는 양이 적은 날씨에서도 확산광을 통해 일정량의 발전이 가능함을 알 수 있다.<sup>4)</sup> 제안하는 기법을 이용하면 구름이나 자연 환경에 의해 일사량의 밀도가 줄어들 때는 센서에 의한 보정 기능을 정지하고 설정된 방위각 A와 고도각 B의 변화량을 기준으로 동작하면서 확산광에 의한 발전을 가능하게 한다. 이때 모터를 가능한 최소 구동하게 하여 구동 전력을 줄일 수 있다.

### 3. 구조물 설계 및 시스템 제작

설계한 구성 모듈들을 이용하여 시작품 형태의 추적식 태양광 발전 시스템을 제작하였다.

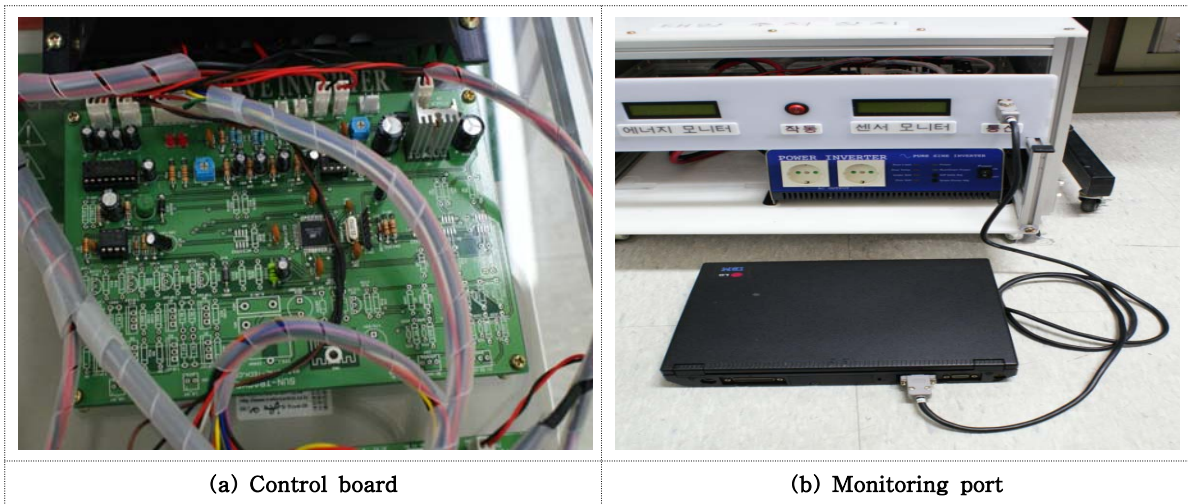


Fig. 7. Modules for sun-tracking power generation system.



Fig. 8. Assembled sun-tracking power generation system.

Fig. 7은 제작한 추적식 태양광 발전 시스템의 주요 모듈을 나타낸 것이고 Fig. 8은 완성한 추적식 태양광 발전 시스템이다.

### 4. 시스템 성능 실험

시작품으로 제작한 추적식 태양광 발전 시스템의 기능과 성능을 검증하기 위하여 실험을 하였다. Fig. 9는 추적 센서의 성능을 실험한 것인데 2009년 7월 1일~17일 사이 강릉을 기준으로 태양의 고도가 지표면에 대하여 39.2° 일 때 측정된 결과 얻은 광센서의 응답특성으로서 추적 각도와 시간 변화의 관계를 보여준다. 추적 센서는 태양의 방위각을 15°/h로 일

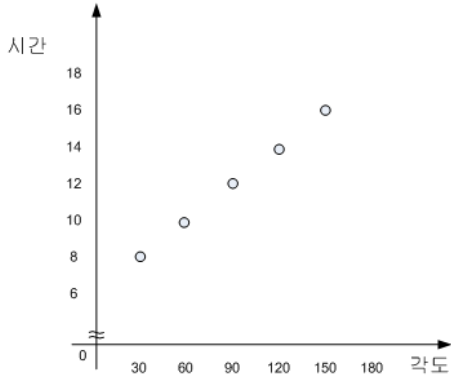


Fig. 9. Tracking characteristics of optical sensor.

정하게 추종함을 알 수 있다.<sup>1)</sup>

또한 제작한 발전 시스템을 거의 대등한 조건의 맑은 날에 하루는 추적기능을 사용하여 다른 하루는 추적 기능을 정지시켜 8시간 실시한 발전량을 비교한 결과 추적 기능을 사용한 실험에서 Table 1과 같이 약 25%의 향상된 발전량이 얻어짐을 확인하였다. 이 실험은 동일한 시스템을 2개 제작하여 완전하게 동일한 날을 대상으로 실시할 필요가 있지만 시작품이 하나이고 본 연구의 주 목표가 추적기능을 갖는 태양전지 판넬 설계이므로 앞에 설명한 실험으로 시스템의 기능과 성능 실험을 대신하였다.

Table 1. The amount and efficiency of proposed implemented power generation system

추적방식	발전량(W)	상대효율 (%)	비고
고정식	2,000	100	기존방식
제안하는 하이브리드 추적식	2,500	125	기상조건에 따라 변동 가능성 있음.
측정시간 : 총 100시간(7월 1일 ~ 17일 사이 주간) 날씨 :90일 이상 맑은 날씨			

### 5. 결론

본 논문에서는 추적식 태양광 발전 시스템을 위한 태양전지 판넬 설계 기술을 개발하였다. 천문학적 데이터를 이용하는 방식이 아닌 실시간에 광센서를 사용하여 효과적으로 태양에너지를 전기 에너지로 변화할 수 있도록 설계, 제작하였으며 실험 결과, 추적 방식을 사용할

경우 동절기의 조건에서 약 25%의 발전량 증가를 확인하였다.

제안하는 시스템을 이용하면 일사량이 부족한 때에도 확산광에 의한 발전을 할 수 있으며, 일사량이 충분한 때에는 센서를 이용하여 태양광원을 정확하게 추적할 수 있어 태양에너지를 이용한 발전 효율을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

제안한 추적식 태양광 발전 시스템과 관련 기술은 이제 막 시작된 강릉시 저탄소 녹색 시범도시 건설 사업 등에 효과적으로 활용될 수 있을 것이다. 앞서 연구진이 개발한 백사장 그늘막 형태의 태양광 발전 시스템에 본 기술을 접목하고 최근 주목 받고 있는 LED조명 기술을 융합하여 고품위 녹색 해양 연안 신재생에너지원으로 실용화 할 수 있을 것이다.

향후 연구로는 센서의 노이즈 허용 범위와 테드엔드 폭을 조절하는 알고리즘과 일사량, 온도, 눈, 태풍, 등의 자연환경 변화를 고려한 자동 추적 시스템의 개발등이다.

### 후 기

본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업 (관동대학교 첨단해양공간개발연구센터)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

### 참 고 문 헌

- 1) 국인성, 이재민, 김용, “태양광 발전을 위한 복합 광추적장치, 한국정보전자통신 공학회, 추계학술발표회 논문집, pp. 405-408 (2009)
- 2) W. A Lynch M. Salameh, *Solar Energy*, **45**, 65, (1990)
- 3) Sang-Hun Lee, Tae-Uk Jung, *전력 전자학회 논문집* **11**, **3**, 508, (2006)
- 4) 김선호, 노치범, 춘광식, 김병철, “태양추적장치용 고정밀 태양위치검출시스템”, 한국정밀공학회 2009년도 추계학술대회 논문집, pp.79-80, (2009)
- 5) Woo-Cheol Lee, *Journal of Korea Institute of Illuminating and Electrical Installation*

- Engineers* **23, 5** 72, (2009)
- 6) 조영화, “태양광 발전 시스템, 한국과학 기술 정보 연구원, (2002)
- 7) 이재민외, “마이크로프로세서 기반의 태양광 축전지 자동 충전 컨트롤러 설계”, 한국산업응용학회 2005년도 추계학술대회 논문집, pp. 23-25, (2005)
- 8) Singh et al., “Fuzzy Logic-Based Solar Charge Controller for Micro-batteries,” *Photovoltaic Specialists Conference*, pp. 15-22, (2000)
- 
- (접수:2009.12.09, 수정:2010.04.22, 게재 확정:2010.05.20)