

광센서를 이용한 태양위치 추적장치 개발

장현진* · 진태석**

*동서대학교

Development of Solar Tracking using a Photovoltaic Sensor

Hyun-jin Chang* · Taeseok Jin**

*Dongseo University

E-mail : soscvu@naver.com, jints@dongseo.ac.kr

요 약

본 연구에서는 태양광 발전의 효율을 향상시키기 위하여 발전시스템의 태양추적에 기초가 되는 태양 추적 장치를 설계하였다. 태양광발전분야에서는 셀의 발전특성 향상을 위한 연구와 함께 태양 에너지의 효과적인 집광을 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 일사량은 지역에 따라 차이가 발생하는 요소로 발전효율을 증대시키기 위해서는 발전 장치의 설치장소가 달라져야 한다는 제약이 있는 반면, 발전 셀 단면이 태양과 이루는 각도는 발전장치의 기구부를 회전시킴으로서 태양과 이루는 각도를 가변 할 수 있는 장치를 개발하고 실험을 통하여 발전 효율 향상 성능을 확인하였다.

ABSTRACT

Solar energy is rapidly gaining notoriety as an important means of expanding renewable energy resources. As such, it is vital that those in engineering fields understand the technologies associated with this area. My project will include the design and construction of a microcontroller-based solar panel tracking system. Solar tracking allows more energy to be produced because the solar array is able to remain aligned to the sun. This system builds upon topics learned in this course. Performance and usefulness of a solar tracking device that was designed and produced in this study was confirmed through experiments.

키워드

솔라시스템, 광센서, CDS, 에너지, 추적장치

1. 서 론

전 세계적으로 에너지 변환 효율 극대화 경쟁이 치열해 지고 있는 가운데 태양 위치 추적기를 채용한 능동형 태양광 발전방식은 이미 실용화되어 있으나 태양 전지판이 고정되어 있어 태양 고도 폭이 크게 변하는 우리나라 환경에서는 발전 효율이 매우 낮을 수밖에 없으며 또한 설치비가 매우 높게 소요되는 문제를 안고 있다. 따라서 태양광의 직사광선이 최대로 입사할 수 있도록 태양의 위치를 실시간으로 추적하는 태양광 추적 시스템을 설계/제작하였으며 특히 2축 제어를 구현하면서 소형화, 저 가격화에 중점을 두고자 했

다. 따라서 본 연구에서는 태양광 발전의 효율을 향상시키기 위하여 발전시스템의 태양추적에 기초가 되는 태양 추적 장치를 설계하였으며 실험을 통하여 발전 효율 향상 성능을 확인하였다. 이러한 태양추적시스템은 대형 발전 시스템에서도 유용하게 활용될 것으로 판단되며, 특히 소형화가 가능하여 군에서 야전훈련/작전수행간 운용되는 무전기 및 야시경등의 비상 전원장치의 효율을 향상시킬 것으로 판단된다. 또한, 태양광의 직사광선이 최대로 입사할 수 있도록 태양의 위치를 실시간으로 추적하는 태양광 추적 시스템을 설계 및 제작하여 교육용 키트로써의 활용도 높을 것으로 기대된다.

II. 본 론

2.1 센서부의 디자인

본 연구에서 사용한 광도전효과(Photo conductive effect)를 이용한 반도체 포토센서(CDS cell)는 그림 1과 같으며, 표 1은 포토센서의 전기적 특성으로 본 연구에서 사용된 센서는 최대정격과워 100mW, 최대정격전압 150Vdc의 센서로서 입사 광량에 따라 저항 값이 변화한다



그림 1. 반도체 포토센서(CDS)
Fig. 1. Cds Photo CELL.

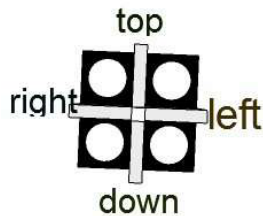


그림 2. CDS센서의 디자인
Fig. 2. Design of CDS Sensor.

2.2 센서부의 구성

센서부는 그림 3과 같이 구성하였다. 중앙에 위치한 기둥은 그림자를 생성하기 위한 부분으로 설계되었다. 태양과 이루는 각도에 따라 형성되는 기둥의 그림자는 상하좌우에 위치한 포토센서에 전달되는 광량에 변화를 가져오고 광량의 변화는 센서의 출력신호를 변화시킨다 이러한 구조는 태양의 위치에 따라 각 센서의 출력이 다르며 기둥의 길이 방향과 태양광의 입사 방향이 일치할 때 기둥의 상하좌우 센서에서 대동소이한 출력을 생성하게 된다.

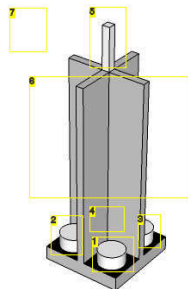


그림 3 Tracker의 구성도
Fig. 3 Structure of Solar Tracker.

2.3 시스템의 구동부

본 연구에서 태양추적시스템의 유용성을 확인하기 위한 소형 태양발전시스템을 구성하였다 태양발전시스템은 발전부와 구동부 그리고 제어부로 구성되며, 그림4는 모터 구동부의 H-Bridge 회로이다.

그림 4에서 모터는 DC모터를 사용하였고 모터 드라이버는 모터의 정/역 제어에 원활한 H-Bridge 회로를 사용하였다. P형 MOSFET와 N형 MOSFET의 조합에 의해 모터의 회전이 정/역으로 바뀐다. 모터 드라이버 프로세서에 의해 ON1에 신호가 입력되면 Q1과 Q4를 스위칭하여 모터를 정회전 시키고 ON2를 통하여 역회전을 시킨다. ON1과 ON2의 신호가 동시에 들어가게

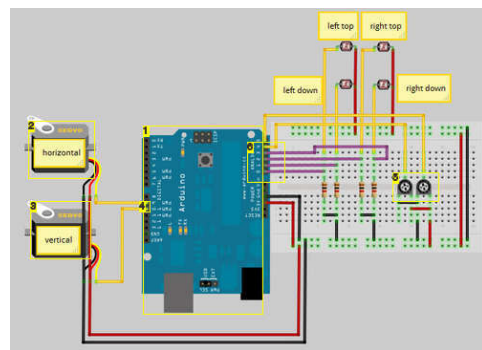


그림 4. Arduino로 구현한 모터 구동부 회로
Fig. 4. Motor Driver Circuit.

2.4 시스템의 기구부

센서에 의해 출력되는 값은 마이크로프로세서에 의해 제어된다. 본 연구에서는 ADC와 PWM이 내장되어 있는 Arduino 프로세서를 사용하였다. Arduino는 8채널 10비트 분해능의 축차비교형 A/D컨버터를 가지고 있다. 센서에 의해 입력된 값은 A/D변환에 의해 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하여 전압레벨을 측정하고 일정 전압이 되면 PWM신호를 출력하여 고도각 또는 방위각 모터를 회전시키게 된다.

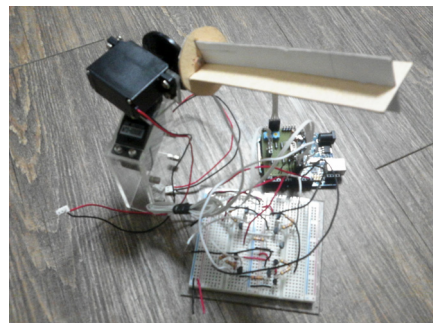


그림 5. 추적 시스템의 프레임
Fig. 5. Frame of Tracking System.

III. 실험

최초로 시스템이 가동될 때 태양의 위치를 알 수 없으나 자동으로 검색하기 위해서 Global Max 값을 찾기 위해 태양전지판이 회전할 수 있는 모든 영역을 돌리면서 가장 밝게 비춰질 수 있는 각도를 찾는다. 이는 태양빛의 입사각과 태양전지 판이 이루는 각도가 수직을 이룸을 의미하고, 이 Global Max값을 찾기 위해 회전 가능한 모든 각도를 돌려보기엔 시간이나 에너지 측면에서 손해를 많이 보기 때문에 다음과 같은 방법을 사용한다.

먼저, pitch를 태양의 최저고도와 최고 고도의 중간지점으로 고정해놓고, yaw 방향에 대해서만 360도 회전시키면서 ADC값이 가장 크게 들어올 때의 ADC 결과 값과 그 때의 각도를 저장한다. 360도 회전이 끝난 후에는 yaw 방향에 대한 현재 System에서 태양의 각도를 찾을 수 있고 저장된 yaw 각도로 회전시킨 후에 pitch 방향에 대하여 최저고도부터 반대쪽 최저고도까지 회전시키면서 마찬가지로 ADC값이 가장 크게 들어올 때를 찾는다.

이처럼 두 번의 회전만으로 Global Max값을 찾을 수 있는 효율적인 알고리즘을 이용하여 태양의 방향을 정확히 찾고, 이때부터 Tracking상태에 진입한다.

Tracking State에서는 본 system의 전력 소모를 최소화하기 위하여 지속적인 Tracking 이 이루어지지 않고, 이전 Stage에서 저장된 최대 ADC값보다 80%수준으로 떨어졌을 때, 즉 고도가 많이 달라졌을 때, Tracking이 이루어지며 이때는 Global max에서 회전하는 정도의 약 50%이하로 2방향 회전을 실시하여 Local Maximum값을 찾는다. Yaw 방향 먼저 회전하여 최대값과 그때의 각도를 찾고, 그다음 pitch 방향으로 회전하여 최대값과 그 때의 각도를 찾아서 태양 전지판의 각도를 변경하며, 이전 stage에서 최대 밝기 값의 80%수준으로 떨어진 만큼 태양의 각도가 바뀐 수준보다 Tracking에서 움직이는 Coverage가 더 크기 때문에 Local Maximum 값은 결국 Global Maximum값이 될 수 있으므로, 본 system은 항상 태양빛의 입사각도와 수직 방향을 이루고 있다고 말할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 CDS Cell을 이용하여 태양추적시스템을 설계하였다. 연구의 추적시스템은 회로를 단순화하고, 마이크로프로세서를 이용하여 센서의 신호를 해석 및 추적제어를 실시함으로써 태양추적시스템 설계의 단순화와 비용절감의 효과를 가져올 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 설계 및 제작한 태양추적시스템을 이

용하여 태양발전실험을 진행한 결과 본 연구에서 연구된 태양추적발전시스템이 고정식보다 높은 효율의 태양광발전을 할 수 있음을 확인하였다.

소형 제작이 용이하여 군의 비상시나 야전작전 등에도 충분히 활용 가능 할 것으로 판단되며 향후 태양 추적 시 발생하는 오차 수정 방안연구와, 외란에 의한 노이즈 대응방안연구를 진행하여 시스템의 성능을 향상시킨다면 태양광발전분야에 유용하게 활용될 것으로 판단된다.

Acknowledgements

본 연구결과는 2012년도 동서대학교 공학교육혁신센터지원 프로그램의 지원을 받아 연구된 성과물입니다.

참고문헌

- [1] 정금섭, "마이크로 프로세서AVR 프로세서", (주)학술정보, 2006
- [2] 박기동, "디지털 논리회로 실험", 맥출판사, 2002
- [3] 김범준, "뇌를 자극하는 하드웨어 입문", 한빛미디어, 2006
- [4] 차영배, "C언어로 배우는 AVR 마이컴" 다다미디어, 2004
- [5] A.K. Saxena and V. Dutta, "'A versatile microprocessor based controller for solar tracking,'" in Proc. IEEE, 1990, pp. 1105 - 1109.
- [6] T.A. Papalias and M. Wong, "Making sense of light sensors," <http://www.embedded.com>, 2006.
- [7] R. Condit and D. W. Jones, "'Stepping motor fundamentals,'" Microchip Inc. Publication AN907, pp. 1 - 22, 2004.
- [8] S. J. Hamilton, "'Sun-tracking solar cell array system,'" University of Queensland Department of Computer Science and Electrical Engineering, Bachelors Thesis, 1999.
- [9] Microchip Inc., "'PIC16F87X Datasheet,'" www.microchip.com, 2001.
- [10] M. F. Khan and R. L. Ali, "'Automatic sun tracking system,'" presented at the All Pakistan Engineering Conference, Islamabad, Pakistan, 2005.