

# 광센서가 없는 감지식 태양광 추적 시스템

전중운, 김영현, 김태균, 정덕겸, 박성민, 정교범  
홍익대학교 전자전기공학과

## Photo-sensorless dual-axis PV tracking system

Jong-Woon Jeon, Yeong-Hyun Kim, Tae-Gyun Kim, Deok-Kyeom Jung,  
Sung-Min Park, Gyo-Bum Chung  
Dept. of Electronic&Electrical Engineering, Hongik University

### ABSTRACT

본 논문에서는 새로운 태양광 추적 시스템을 제안한다. 일반적으로 기존 감지식 태양광 추적 시스템은 광 센서를 이용하여 태양위치를 추적하는 방식으로 이루어진다. 제안하는 시스템은 광 센서를 제거한 후 여러 개의 태양광 패널 각각 발전량을 비교하여 태양위치를 추적한다. 이러한 방법은 기존 태양광 추적 시스템의 많은 단점을 보완할 수 있다. 제안된 방법은 프로토타입을 통해 검증하였다.

### 1. 서론

신재생에너지 분야의 발전으로 태양광 발전의 에너지 추이 또한 전 세계적으로 크게 증가하고 있다. 이에 태양광 발전의 효율에 한 많은 연구가 이루어지고 있다. 태양광 발전 시스템의 효율을 증가를 위한 방법은 다음과 같다. 패널의 효율을 증가시키는 방법, 전력변환 장치의 효율 개선, 최대전력추종 알고리즘(Maximum Power Point Tracker : MPPT)으로 인한 효율 개선, 그리고 패널의 태양광 추적 방법 등이 있다. 태양광을 추적하는 방식은 크게 프로그램식과 감지식 추적법 두 가지로 나눌 수 있다. 프로그램식은 시간에 따른 태양의 위치를 계산하여 작동하는 방식이라면, 감지식은 태양광을 인식하여 추적하는 방식이다<sup>[1]</sup>. 광 센서를 사용하여 동작하는 감지식 추적법은 하나의 모듈 안에 여러 개의 광 센서 사이의 출력 값 차이로 추적기를 동작시키며, 모듈 전체의 출력 값이 일정 이하일 경우 추적기의 동작은 정지하게 된다. 이러한 작동방식은 광 센서 모듈의 오염으로 인해, 파손 등의 외부적 요인으로 인해 오동작을 야기시킨다<sup>[2]</sup>.

본 논문에서는 위의 광 센서를 사용하여 동작하는 감지식 추적 시스템의 문제점을 해결하기 위해 광 센서를 제거하였으며, 하나의 시스템 내, 패널 각각의 발전량 차이를 통해 태양광을 추적한다. 광 센서를 제거한 프로토타입을 제작하여 기존 감지식 시스템과 동일하게 태양광을 추적함을 증명하였다.

### 2. 감지식 태양광 추적 시스템

#### 2.1 태양 패널 연결 방법

그림 1은 패널 연결 방법을 제시한다. 모든 패널이 병렬로 연결 되었을 경우 전압( $V_p$ )은 동일하기 때문에 각 패널의 전류 차가 큰

전력차이가 된다. 측정된 각각의 패널의 전류( $i_p$ )를 마이크로 컨트롤러가 비교 연산 하여 모든 패널의 발전량이 최대가 되는 지점으로 추적 할 수 있다. 제안하는 방법은 광 센서를 사용하지 않고 패널 자체의 전력을 비교해 추적하기 때문에 기존 감지식 시스템과 동일하게 전체 패널과 태양은 최적의 입사각을 유지하게 된다.

패널 구성에 관계없이 추적시스템 동작이 가능하다. 그림1에서와 같이 a+b번과 c+d번(상하 모터 동작)패널 a+c번과 b+d번(좌우 모터 동작)으로 구성이 가능하다. 기본적으로 패널 모듈 각각 전력 모듈을 측정하는 방식을 사용하므로 적용되는 시스템에 맞게 구성을 변경하여 제안하는 시스템을 적용할 수 있다.

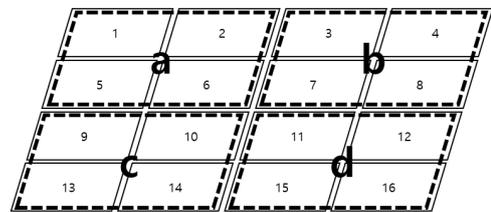


그림 1. 패널 연결 방법

#### 2.2 동작 알고리즘

그림2는 제안된 시스템의 알고리즘을 제시한다. 4개의 태양광패널을 병렬로 구성하여 전압을 같도록 한 후, 상하좌우로 구역을 나누어준다. 이후 각 상( $I_U$ )하( $I_D$ ) 좌( $I_L$ )우( $I_R$ ) 패널의 전류를 측정한다. 먼저 모든 전류의 값을 더한 전류 값( $I_{total}$ )을 산정한다.  $I_{total}$ 을 통해 태양광 패널의 발전 여부를 판단한다. 패널에서 전력이 생산되었다 판단될 경우  $I_U$ 와  $I_D$   $I_L$ 를  $I_R$  각 비교하여 모터의 동작여부를 결정한다.  $I_U$ 의 생산 전력이 많은 경우 상단으로,  $I_L$ 의 생산 전력이 많을 경우 좌단으로 동작한다. 알고리즘은 PWM의 주파수 주기마다 과정이 종료된 후 지속적으로 다시 반환되어 반복적으로 수행한다. 따라서 상하와 좌우 모터가 단독동작이 아닌 동시동작으로 수행되기 때문에 추적 과정에서 스텝현상이 없다.

추적을 위해 사용되었던 전류의 합( $I_{total}$ )과 전압을 측정해 MPPT를 수행할 수 있으며, 하나의 마이크로 컨트롤러를 통해 MPPT와 추적 시스템을 동시에 수행 가능하다. 또한 전체 시스템의 전력 값과 각 패널의 전력 값을 측정할 수 있다.

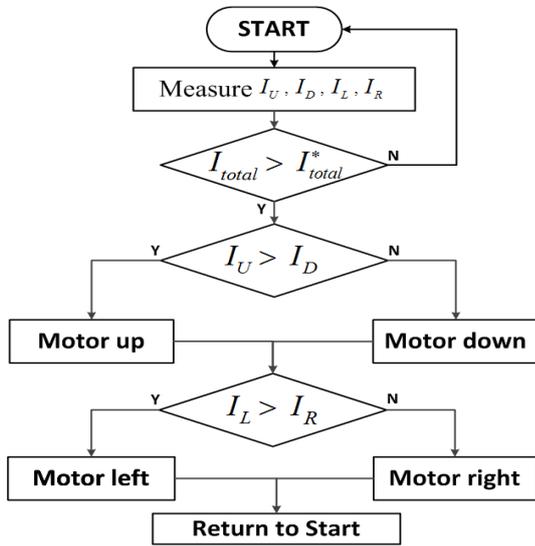


그림 2. 시스템 알고리즘

### 2.3모터 제어

태양광 추적 시스템은 일간 약 좌우 180°, 상하 90°의 회전각을 필요함과 동시에 패널은 태양광의 입사각과 수직으로 위치해야 한다. 따라서 모터는 정확한 각도제어가 필요하여 위치제어는 필수적으로 적용 되어야 한다. 또한 패널 위의 변칙적인 음영에 대해 적절한 응답을 보이기 위해 속도제어 또한 적용 되어야 한다.

본 시스템을 검증하기 위한 프로토타입에서는 DC모터를 사용하였다. 그림3은 위치제어 블록도를 나타내고 있다. DC모터가 회전함에 따라 기어로 물린 가변저항이 회전하며 저항의 값이 변화한다. DC모터 회전에 따라 회전범위 0°에서 180°내에서 저항 값이 변화한다. 프로토타입은 DC모터로 구현되었고, 위치제어는 모터회전 축과 가변저항의 회전축을 기어로 물려 가변저항의 회전함에 따라 변하는 저항 값을 사용한다. 가변저항은 모터 드라이버에서 구성된 회로로 모터의 회전 축이 0°에서 180°사이로 회전할 경우 가변저항 또한 회전하여 가변저항의 출력 값이 변화한다. 가변저항의 출력 값과 마이크로 컨트롤러의 출력 값을 비교하여 두 값이 일치하도록 동작시킨다.

속도제어는  $I_L$ ,  $I_R$  또는  $I_U$ ,  $I_D$  전류 차를 에러( $err$ )라 설정하여 PI제어 하였다. 모터 제어를 위한 출력 Duty변화량은

$$dD = K_p \times err + K_i \int (err) dt \quad (1)$$

식(1)으로 표현할 수 있다. 즉, 패널의 전류 값 차이가 증가할수록 모터의 동작속도 또한 증가한다.

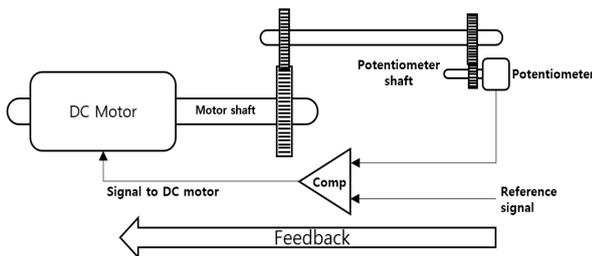


그림 3. 태양광 패널 위치제어 블록도

### 3. 실험 결과

제안하는 시스템을 검증하기 위한 프로토타입은 그림4와 같다. 일출부터 일몰까지 태양의 궤적은 할로겐 전구를 사용하였으며 주간을 약 5분으로 가정하여 실험하였다. 고정시스템과 추적시스템의 발전량 비교하였을 경우 추적시스템이 고정시스템 대비 약 55.45%의 추가 발전량을 그림5를 통해 확인했다. 기존 시스템과 제안하는 시스템이 동일하게 작동함을 확인 할 수 있다.

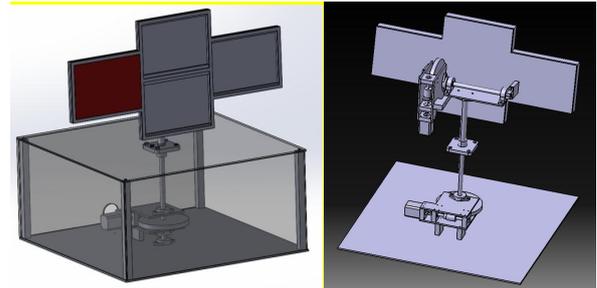


그림 4. 2축 태양광 감지식 시스템 프로토타입 설계도



그림 5. 고정식&추적식 발전량 비교 그래프

### 4. 결론

본 논문에서 소개한 시스템은 광 센서로 인한 단점을 해결하기 위해 광 센서 없는 태양광 추적 시스템을 제안하였다. 이로 인해 기존 광 센서 방식의 추적 시스템에 소모되는 유지보수에 대한 문제를 해결하였고, 각 패널 모두의 전력이 측정 가능하기 때문에 응용시스템 개발이 가능해졌다. 또한 하나의 마이크로 컨트롤러로 추적시스템과 MPPT의 수행이 하며, 용량에 관계없이 적용 가능하다. 광 센서 방식의 추적 시스템은 센서에 발생하지 않지만, 패널에 발생하는 부분음영에 대해서 응답하지 않는다. 하지만 제안하는 시스템은 각 패널의 전력을 모두 측정하기 때문에 기존시스템과 다르게 부분음영에 대해 좋은 응답특성을 가지고 있다.

### 참고 문헌

- [1] Han, K. B., Han, T. H., Lee, S. W., & Han, S. W., "The development of solar tracking sensor and controller for improvement of generation efficiency", *Journal of the Korean Solar Energy Society*, 32(6) 29-36, 2012.
- [2] 장미금, 고재섭, 최정식, 백정우, 강성준, & 정동화, "센서방식 및 프로그램 방식에 의한 태양광 발전 추적시스템의 비교 연구", *대한전기학회 학술대회 논문집*, pp. 222-224, 2009