최적화 방법을 이용한 MPPT 알고리즘의 개선

박준영, 최성진
울산대학교 전기공학부

An Improved Power Point Tracking Algorithm Using Optimization Method

Jun-Young Park and Sung-Jin Choi
School of Electrical Engineering, University of Ulsan

ABSTRACT

태양광 시스템은 낮 시간 동안에만 사용할 수 있기 때문에 사용시간이 제한적이다. 이 제한적인 시간 내에 최대의 효율을 발휘하기 위해서 태양광 시스템은 주로 최대전력지점 추종(MPPT) 방법을 사용한다. 결국 MPPT 방법에 따라서 전체 시스템의 효율이 영향을 받을 수 있다. 본 논문은 황금분할법으로 최대전력지점(MPP)을 추종하는 새로운 MPPT 알고리즘을 제안한다. 제안방법의 성능은 결정형 PV 패널 MSX120을 이용하여 기존의 MPPT방법인 P&O 방법을 제안방법과 비교하며, 제안방법의 성능의 검증은 기존방법과 시스템의 효율 및 MPP를 추종하는 속도를 비교하여 평가하였다. 그 결과 제안방법의 효율 및 MPP추종속도가 개선됨을 확인할 수 있었다.

1. 서 론

태양광 패널(PV 패널)은 전류-전압 및 전력-전압 특성이 비선형적이며, 패널의 온도나 태양의 일사량 레벨에 따라서 특성 및 최대 전력지점이 수시로 변화한다. 이처럼 주변환경에 따라서 출력이 변하고 낮은 발전효율을 극대화하기 위해서 통상적인 태양광 PCS(power conditioning system)는 최대 전력지점 추종(MPPT) 알고리즘을 사용한다. 현재까지 많은 MPPT 방법이 연구되어 왔으며, 각 방법은 동작방법에 따라서 고유의 장점 및 단점을 가진다. 그 중에서도 대표적인 Perturbation and Observation(P&O) 방법은 구현이 쉽다는 장점으로 인해서 현재까지 많이 쓰이며, 관련된 최적화 방법도 존재한다.

본 논문은 제안방법의 성능검증을 위해서 기본적인 P&O 방법과 제안방법의 시스템의 효율 및 최대전력지점(MPP)추종속도를 비교하여 평가하였다. 이때, 알고리즘 자체의 성능만을 비교 및 평가하기 위해서 전압제어 전압원을 이용한 회로를 PSIM으로 구성하였다.

2. 제안 알고리즘

P&O 방법은 구현이 쉬우며, 안정적 효율을 제공한다는 장점을 바탕으로 많이 사용된다. 하지만 초기에 설정한 외란의 증감크기에 따라서 MPP에 대한 추종속도가 다르며, MPP부근에서 발생하는 진동으로 인해서 출력손실이 발생한다는 단점을 가진다.[1]

이를 극복하기 위해서 제안방법은 최적화 방법을 사용하며, 단일변수 최적화 방법 중에서 구현이 간단하고 최대 또는 최소값을 찾는데 효과적인 황금분할법(Golden Section Search, GSS)을 사용하여 MPP를 추종하는 알고리즘을 제안한다. 황금분할법은 이분법과 비슷하지만, 황금비를 사용하여 최대값을 찾아나가는 점에서 다른 방법이며, 이때 황금비는 다음과 같은 값을 가진다.

$$r = 0.618 \tag{1}$$

황금비를 이용하면 최적값을 효율적으로 얻을 수 있으며, 황금분할법은 황금비를 이용해서 최소, 최대 구간은 매우 급속도로 찾아나가며, 이는 빠른 MPP추종을 가능하게 한다.

황금분할법을 사용하기 위해서는 탐색을 위한 최소, 최대구간을 찾아야 하는데 기존의 황금분할법은 태양광 패널의 데이터시트로부터 얻을 수 있는 개방회로 전압을 이용하여 다음과 같이 탐색범위를 설정하였다.

$$search\ \ range = [0, V_{oc}] \tag{2}$$

하지만, 이는 표준 테스트조건(STC)에서만 성립하며, 실제패널의 온도가 다를 경우에는 사용이 어렵다.[2] 제안방법에서는 이를 Brent's exponential search 방법을 이용하여 해결하였으며, 이를 이용하면 쉽게 탐색범위를 찾아서 황금분할법을 실행할 수 있다.

3. 알고리즘구현 및 성능비교

제안방법의 흐름도는 그림 1과 같이 나타낼 수 있으며, P&O 방법, 기존 황금분할법과의 비교 및 검증을 하기 위한 시뮬레이션 회로는 그림 2와 같이 PSIM 블록으로

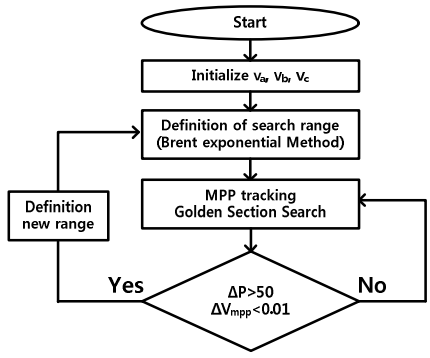
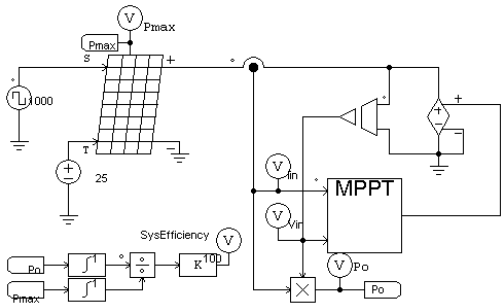


Fig 1. Flow chart of the proposed method



구성된다. 여기서 PSIM 회로는 즘 자체의 효율만을 비교검증하기 위해서 추가적인 인버터나 인버터를 사용하지 않고 전압제어 전압원을 사용하여 알고리즘의 제어에 회로가 즉각 반응할 수 있도록 하였다.

그때, 각 방법에 대한 MPP 과는 그림 3과 4와 같이 나타난다. 이때, 각 알고리즘의 효율을 더 정확하게 비교하기 위해서 다음과 같은 평 을 제시하며,

$$\frac{\int}{P} \qquad (3)$$

여기서 T_m은 측정시간을 의미하고 결과는 표 1에 정리하였다. 그 결과 제안방법은 P O와 다르게 외란의 증감크기에 영향을 받지 않고 더 빠른 MPP추종속도를 제공하며, 정상상태에서의 효율도 더 향상되는 것을 확인할 수 있다. 그리고 최대전력에서의 압이 온도에 민감한 것을 감안하면 온도변화에서의 대응이 매우 중요한데 제안방법은 기존의 황금분할법과 다르게 주변의 환경변화 또한 대응이 가능함을 보여준다.

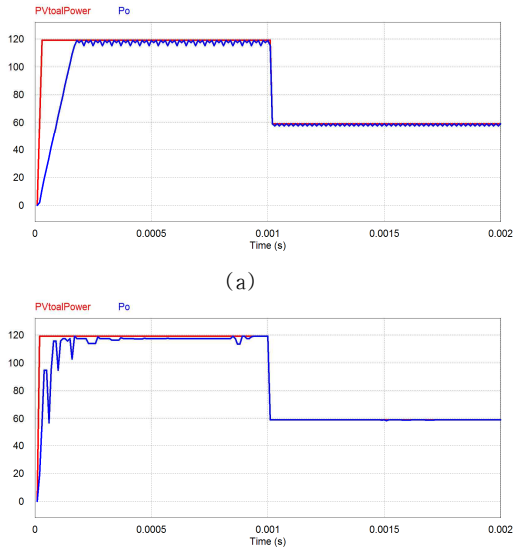


Fig 3. MPP추종결과(G=1000→500 W/m^2)
(a) P&O (b) ed

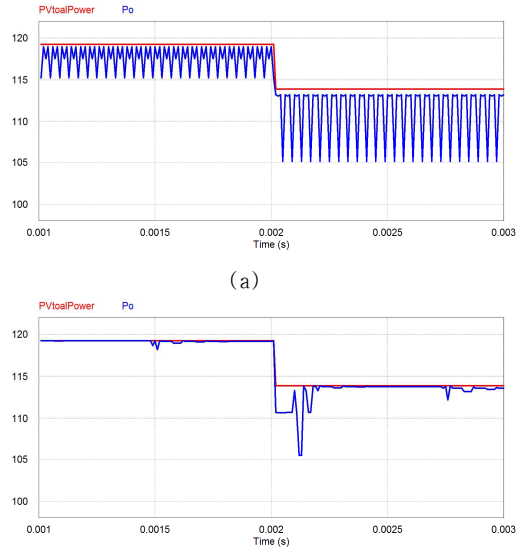


Fig 4. MPP추종결과 「=25→35 ˚C)
(a) P&O (b roposed

Table 1. MPPT 알고리즘 성능

	0.9MPP 도달시간(msec)	정상상태 효율(%)	일사량 변화대응	온도변화 대응
Proposed	0.08	98.20	O	O
Conventional GSS	0.06	99.58	O	X
P&O	0.16	95.77	O	O

4. 결 론

제안방법은 최대전력지점(MPP)추종을 위하여 최적화 방법을 사용하였으며, 그 중에서 황금분할법으로 MPP추종을 하였다. 이 방법은 기존의 황금분할법의 단점인 변하는 주변조건에 대응이 가능하고 P&O와 다르게 외란의 증감크기에 영향을 받지 않아 빠른 과도응답을 보이며, 정상상태에서 진동이 존재하지 않아서 정상상태 효율이 향상됨을 보여준다. 결과적으로 제안방법은 표준 테스트조건(STC) 및 변하는 온도 및 일사량에도 MPP추종이 가능한 것을 보여준다.

참 고 문 헌

[1] 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.

[2] R. Shao and L. Chang, “A new maximum power point tracking method for photovoltaic arrays using golden section search algorithm,” IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, May, 2008.