

비선형 궤적형상을 적용한 태양광 추적장치에 대한 연구

한재현* · 문채주† · 장영학** · 최만수*** · 김영곤**** · 정문선*****

A Study on non-linear trajectory shaped apparatus applied solar tracking device

Jae-Hyeon Han* · Chae-Joo Moon† · Young-Hak Chang** · Man-Soo Choi*** ·
Young-Gon Kim**** · Moon-Seon Jeong*****

요 약

본 논문에서는 태양전지를 태양과 항상 법선 방향이 되도록 하기 위해 수평방향으로 놓여진 태양전지판을 $\pm 90^\circ$ 까지 대칭 회전 가능토록 하는 비선형형상의 가이드홈을 가진 단축 추적장치를 제안하고, 비선형형상에 대한 수식을 정립하고자 한다. 그 결과 가이드 홈의 비선형 형상을 확정할 수 있었고, 특히 회전 링크의 길이가 달라져도 회전링크의 길이를 반영하는 가이드 홈을 정확히 확정할 수 있다. 이를 통해 기존의 1축 추적장치에 비해 약 10%이상의 태양전지 효율향상이 가능하며, 또한 어떤 크기의 태양전지판에 대해서도 최적의 비선형 형상 가이드 홈을 갖는 가이드 부재를 제공할 수 있고 대량 생산도 가능하다.

ABSTRACT

In this paper, 1-axis tracking mechanism of solar-cell panel, which is able to rotate from -90 degree to +90 degree for maintaining always perpendicular between solar-cell panel and sun, was analyzed. This paper propose the non-linear shaped guidance and analyze mathematical formulation of non-linear shape. This analysis shows that it is able to identify the non-linear shaped guidance. Especially, even though the length of rotating link have changed, the non-linear shaped guidance could be confirm with proper size. As effectiveness of this result, 10% efficiency rising is estimated compared to the conventional 1-axis tracking mechanism and also optimal non-linear shaped guidance can be suggested for various size of solar-cell panel. Therefore the flexible mass-production is possible for various size of non-linear shaped guidance.

키워드

Solar Tracking, PV Module, Non-Linear System, Solar Efficiency
태양광 추적장치, 태양전지모듈, 비선형계, 태양광 효율

1. 서 론

세계는 온난화 현상, 환경문제로 인하여 친환경적

인 에너지 사용이 주요과제가 되었다. 국내의 경우 에너지 사용량의 대부분을 수입에 의존하고 원자력발전의 사용비중이 높은 현실에서 신재생에너지의 필요성

* 목포대학교 전기공학과(scmirae@daum.net)

** 목포대학교 제어로봇공학과(yhchang@mokpo.ac.kr)

*** 녹색에너지연구원(points33@naver.com)

**** 목포대학교 스마트그리드연구소(gagaplus@gmail.com, suny3124@nate.com)

† 교신저자 : 목포대학교 전기공학과

• 접수일 : 2015. 10. 07

• 수정완료일 : 2015. 11. 13

• 게재확정일 : 2015. 11. 23

• Received : Oct. 07, 2015, Revised : Nov. 13, 2015, Accepted : Nov. 23, 2015

• Corresponding author : Chae-Joo Moon

Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University,

Email : cjmoon@mokpo.ac.kr

은 더욱 증대 되고 있다.

신재생에너지원 중에서 태양광 발전 시스템은 다른 발전방식과는 달리 연료비가 필요 없고 대기 오염의 발생이 없으며 기계적 소음과 진동 등의 공해가 없는 에너지원으로 주목을 받고 있다. 또한 태양광 발전은 수[W]에서 수백[MW]급의 전력을 일정한 효율로 발전할 수 있고, 20년 이상 성능저하 없이 유지가 가능하다는 장점을 가지고 있다.

지금까지 이러한 태양광 발전시스템의 발전 효율을 최대화하기 위해 많은 노력을 기울여 왔는데[1-3], 그 방법으로는 크게 두 가지이다. 첫 번째로는 태양전지 셀의 효율을 향상시키는 방법이며 두 번째로는 움직이는 태양을 정확히 추종하여 태양전지 모듈과 태양광이 수직이 되도록 하는 추적시스템을 적용하는 방법이다. 태양을 추종하는 기술로서는 추적방향에 따라 단축 추적방식[4]과 양축 추적방식[5]으로 나누어 질 수 있고, 추적방법에 따라 광센서 추적방법[6-7]과 프로그램 추적방법[8] 및 두 가지 방법을 혼용한 하이브리드 복합형 추적방법으로 분류할 수 있다

특히 태양광 추적 시스템은 발전 효율을 극대화하기 위해 태양전지의 집광면 법선방향과 입사되는 태양광선의 방향을 일치시키기 위한 자동제어장치이다. 추적장치의 종류에는 단축 추적장치 및 양축 추적장치 등이 있다.

추적방식 중 단축 추적방식은 태양전지면 하부에 위치한 중심축이 회전함으로써 하루 동안 태양을 추적하여 태양방위각을 맞추는 장치이다. 이는 태양광발전소의 설치위치와 위도를 고려하여 태양전지면의 기울기는 고정하고, 회전은 수직축 회전링크에 의한다. 이때 계절에 따른 태양의 고도 차이에 대응한 태양전지면의 기울기는 수동으로 세팅을 한다. 그리고, 양축 추적방식은 항상 두 축이 동시 회전하여 태양의 방위각과 고도를 맞추게 되는 장치이다.

본 논문에서는 단축 추적방식으로서 태양전지를 태양과 항상 법선 방향이 되도록 하기 위해 수평방향으로 놓여진 태양 전지판을 좌우 최대 90°까지 대칭 회전이 가능한 장치를 제안하고 이에 대한 수학적 해석을 통하여 확인하고자 한다.

II. 상용화 PV 추적 시스템 구조

2.1 종래의 1축 추적장치

종래의 태양광 추적장치는 그림1에서 보여지는 바와 같이 지면에 세워지는 기둥의 상단에 힌지로 결합되어 힌지를 중심으로 회전하게 되어 있다. 힌지의 상부에 지지 프레임을 설치하고 지지프레임 상면에 태양전지판이 설치되어 있다. 그리고 별도의 회전링크를 사용하여 힌지부를 회전시킴으로서 지지프레임 및 태양전지판이 회전할 수 있다. 회전구동방법으로는 모터 또는 실린더 등의 구동 액츄에이터를 이용하여 회전링크의 하단부를 수평으로 직선왕복 운동(P1, P2, P3) 시킴으로서, 힌지부의 회전을 발생시킨다. 이로서 태양의 위치를 따라갈 수 있도록 태양전지판의 방향을 바꾸어 태양광선과 태양 전지판이 최적의 각도를 이룰 수 있게 되는 것이다.

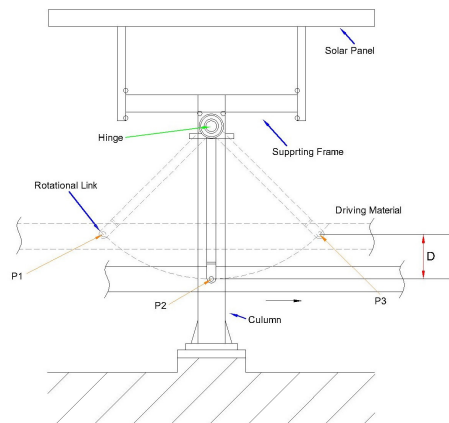


그림 1. 종래의 PV 추적 시스템 구조
Fig. 1 Conventional PV tracking system structure

그러나 종래의 태양광 추적장치는 회전링크를 회전시킬 경우 그림1과 같이 회전 링크의 끝단부가 P1, P2, P3 를 지날 때, 거리 D만큼 구동부재가 상, 하로 움직이게 되어 기구적인 피로가 증가되고 내구성이 떨어지는 문제점이 있다. 이러한 문제점으로 인해 회전링크의 회전 각도를 크게 하지 못하는 단점이 있다. 만약 회전 각도를 크게 해야 할 경우에는 수평 구동

부재가 상, 하로 움직이는 것을 보완하기 위하여 구동 액츄에이터 부분에 별도의 피로 완충용 보완 장치를 설치해야 하기 때문에 구조가 복잡해지고 추가적인 고장의 원인이 될 수 있다.

2.2 비선형 궤적 형상을 적용한 추적장치

본 논문에서 종래 추적장치에서 발생하는 문제점들을 해결하기 위한 구조를 그림2에 보여주고 있다.

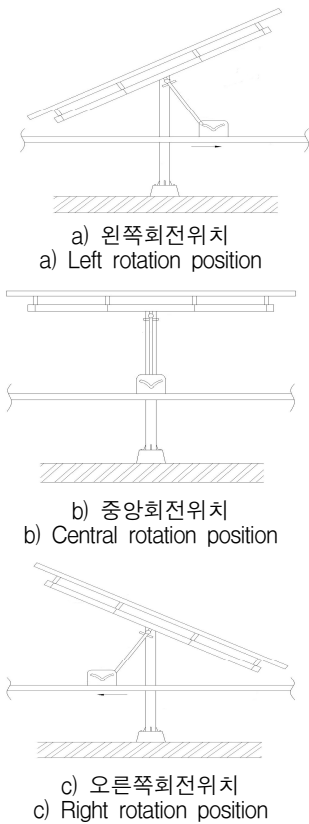


그림 2. 비선형 궤적 형상을 적용한 추적 시스템
Fig. 2 Tracking system using a non-linear trajectory shaped device

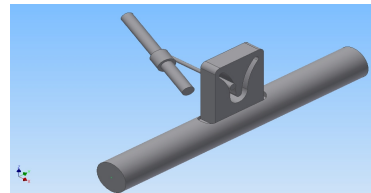
그림2에서 회전링크의 끝 단부가 선회를 할 때 상하의 높이 방향 변화가 발생하게 되는데, 비선형 궤적형상의 부재는 높이 방향의 운동하는 변위를 따라가는 비선형 궤적의 가이드 홈을 만들어 회전 링크의 끝단이 자연스럽게 유도되게 되어있다. 이렇게 함으로

서 비선형 궤적 부재가 수평방향으로 직선 운동 할 때 상하 방향으로 작용하는 외력이 없어, 구동계를 포함한 수평운동 부재가 안정적으로 되며 장치의 피로도를 줄여 수명이 보장된다.

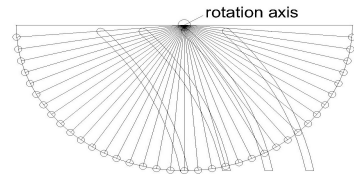
III. 비선형궤적 곡선의 수학적 해석

3.1 수학적 해석의 필요성

태양전지 판넬을 태양과 항상 법선 방향이 되도록 조정하기 위해서는 비선형 궤적 곡선에 대한 수학적 해석이 필요하다. 그림3에서 나타내는 태양전지 판넬의 크기는 다양한 크기를 가지며 이로 인해 회전링크의 길이 또한 다양하게 변하게 되기 때문이다. 이와 관련되어 가이드 부재의 가로와 세로의 크기 또한 다양하게 변하며 가이드 홈인 비선형궤적 곡선의 위치데이터들도 변화하게 된다. 그림3은 CAD로 설계한 비선형궤적형상 가이드 홈을 보여주고 있다.



a) 3차원 모델링 가이드 홈
a) 3-D modeling guide groove



b) 회전링크와 가이드 홈의 각도
b) Angle by rotating link and the guide groove

그림 3. 비선형 궤적 형상의 설계
Fig. 3 Design of non-linear shaped guidance

이러한 비선형 궤적 곡선의 위치데이터는 가공을 위한 데이터 활용된다. 그리고, 추적각도 한계가 $\pm 90^\circ$ 가 아닌 임의의 추적각도인 많은 경우의 데이터를 손쉽게 확보하기 위해서 비선형 궤적 곡선의 수학적 해석이 필요하다. 따라서 다양한 태양전지 판넬의 크

기와 다양한 추적각도 범위에 대응하는 가이드 부재 및 가이드 홈의 비선형 궤적 곡선의 설계를 위해서 하나의 규칙으로 결정하는 수식을 제안하고자 한다.

3.2 좌표 설정 및 운동궤적

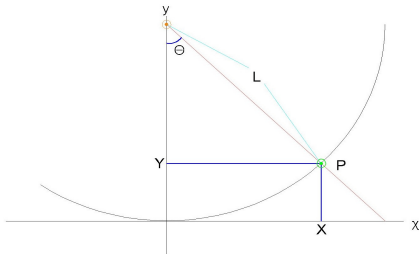


그림 4. 회전링크 고정좌표계 및 운동궤적
Fig. 4 Fixed coordinate system, and motion trajectory

그림 4는 태양전지 판넬을 회전시키기 위한 회전링크의 운동 궤적 및 고정 좌표계 설정을 보여주고 있다. 회전 링크 길이 L 이 임의의 각도 θ 만큼 회전한 상태에서 회전 끝단부 점 P의 위치를 좌표 X, Y로 나타내고 있다. 이때의 위치를 L과 θ 로 표현 하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} X &= L \cdot \sin\theta \\ Y &= L \cdot (1 - \cos\theta) \end{aligned} \quad (1)$$

그림 5는 회전링크가 임의의 각도 θ 만큼 회전한 상태에서의 회전링크 끝단 점 P와 가이드 부재상의 이동 좌표계 설정을 보여주고 있다.

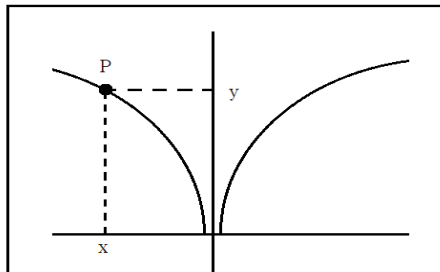


그림 5. 가이드부재 이동좌표계 및 운동궤적
Fig. 5 Moving Coordinate system and motion trajectory

회전 링크가 각도 θ 만큼 회전 하였을 때 링크 끝단 P점에 대해서 가이드 부재상의 이동 좌표계에서 본 xy 좌표값은 비선형 궤적 곡선상의 데이터가 되며, 연속된 여러 P점들에 대한 좌표값들은 가이드 부재의 비선형 궤적형상을 나타내게 된다. 이는 가이드 부재 가공시 가공 데이터로 사용될 수 있다. 가이드 부재상의 이동 좌표계에서 회전링크 끝 단점 P의 위치를 링크 길이 L과 각도 θ 로 표현하면 식(2)와 같다.

$$\begin{aligned} x &= X - L \cdot \theta \\ &= L \sin\theta - L \cdot \theta \\ y &= Y \end{aligned} \quad (2)$$

회전링크가 운동 할 시 가이드 부재상의 이동좌표계에서의 y 좌표값은 회전링크 좌표계의 Y좌표 값과 동일하나, 가이드 부재 좌표계에서의 x좌표 값은 식(2)에서 보여지는 바와 같다. $L \cdot \theta$ 은 각도 θ 에서의 회전링크 끝단의 선회거리를 나타내며 θ 은 라디안 각도이다.

그리고, 그림 4에서 태양전지 판넬을 회전시키는 힘의 작용 방향은 회전원의 접선방향이 효과적이다. 따라서 가이드 홈의 형상은 가능한 이 접선과 직각 방향으로 접촉되는 것이 요구된다. 이를 해석하기 위해 먼저 회전링크 고정좌표계에서 각도 θ 의 변화에 따른 링크 끝단의 접선기울기는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} X &= L \sin\theta, \quad Y = L - L\cos\theta \\ \frac{dX}{d\theta} &= L \cos\theta, \quad \frac{dY}{d\theta} = L \sin\theta \\ dX &= L \cdot \cos\theta d\theta, \quad dY = L \cdot \sin\theta d\theta \\ \frac{dY}{dX} &= \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta \end{aligned} \quad (3)$$

식 (3)에서 보는바와 같이 θ 변화에 따른 링크 끝단점 P의 접선방향 기울기 dY/dX 는 $\tan\theta$ 값으로 표현된다. 그리고, 이동 좌표계 x, y에서 가이드 홈 비선형 궤적의 기울기를 해석하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x &= L\sin\theta - L\theta, \quad y = L - L\cos\theta \\ \frac{dx}{d\theta} &= L \cos\theta - L, \quad \frac{dy}{d\theta} = L \sin\theta \\ dx &= (L\cos\theta - L)d\theta, \quad dy = L\sin\theta d\theta \\ \frac{dy}{dx} &= \frac{L\sin\theta d\theta}{L(\cos\theta - 1)d\theta} = \frac{\sin\theta}{(\cos\theta - 1)} \end{aligned} \quad (4)$$

IV. 비선형궤적의 분석

4.1 CAD 설계와 해석의 분석

Link 길이 500mm의 임의로 선정된 하나의 사례에 대해 CAD로 설계한 후 CAD에서 도출한 데이터와 수식에 의해 구해진 데이터를 비교하였다.

표 1. Link 500mm의 비선형궤적 데이터

Table 1. Non-linear trajectory data of the link 500mm

degree	x	a (mm)	y	b (mm)	dY/dX	dy/dx
5.00	0.06	0	1.90	2	0.09	-22.90
10.0	0.44	0.5	7.60	8	0.18	-11.43
15.0	1.49	1	17.04	17	0.27	-7.60
20.0	3.52	3.6	30.15	31	0.36	-5.67
25.0	6.86	7	46.85	47	0.47	-4.51
30.0	11.80	12	66.99	67	0.58	-3.73
35.0	18.64	18	90.42	90	0.70	-3.17
40.0	27.67	27	116.98	117	0.84	-2.75
45.0	39.15	40	146.45	145	1.00	-2.41
50.0	53.31	54	178.61	179	1.19	-2.14
55.0	70.39	71	213.21	212	1.43	-1.92
60.0	90.59	91	250.00	250	1.73	-1.73
65.0	114.08	114	288.69	287	2.14	-1.57
70.0	141.02	142	328.99	330	2.75	-1.43
75.0	171.54	171	370.59	371	3.73	-1.30
80.0	205.73	206	413.18	415	5.67	-1.19
85.0	243.67	243	456.42	454	11.43	-1.09

각도 범위 5°~87.5° 까지 2.5° 간격으로 비교한 데이터를 표1에서는 5°간격으로 보여주고 있다.

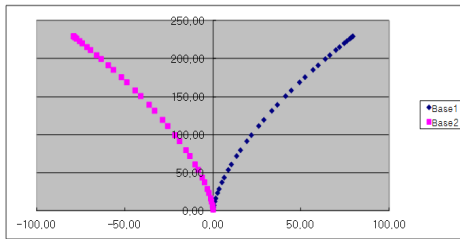


그림 6. 가이드 부재의 비선형 궤적(500mm Link)
Fig. 6 Non-linear trajectory (500mm Link)

비선형궤적을 CAD로 설계한 후 궤적상의 임의의 각도에서의 좌표 값이 a, b 이고, x, y는 수식으로부터 구한 값으로 표1에 나타난 바와 같다. 표1에서 보는 바와 같이 a, b 와, x, y 값은 상호 유사함을 확인할 수 있다. 이와 같이 수식에 의한 데이터는 CAD로부터 추정된 값보다 더 정확한 값을 구할 수 있으며, 결론적으로 이와 같이 수식에 의해 데이터를 구함으로써 Link 길이가 변화할 때마다 바뀌는 비선형 궤적의

데이터를 CAD로 설계하지 않고 짧은 시간에 구할 수 있으며, 더욱 정확한 데이터를 확보할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

그림 6은 표1에서 구한 x, y 값으로 작성된 그래프이며 Link 500mm 길이에 대한 가이드 부재의 비선형 곡선 형상을 나타낸다. 각도 분할 step을 더욱 세분화한다면 더욱 부드러운 비선형 곡선을 구할 수 있다.

4.2 태양광 추적장치 적용

태양광 패널의 효율은 태양광의 입사각이 직각(90°)일 때 최대 효율을 갖는다. 표2는 2015년 6월22일 우리나라의 일출 과 일몰 시간을 보여주며, 태양광이 패널에 입사되는 각도도 보여주고 있다. 또한, 기존 1축 추적 장치의 최대 각도를 ±60°로 가정하고 05:00시(일출)부터 20:00시(일몰)까지 태양광의 입사각을 분석한 것이다. 05:00시부터 07:30시까지는 태양 전지에 입사되는 태양광의 각도가 90°보다 작아 태양광의 집광효율이 최대가 되지 않으나, 비선형 궤적을 적용한 장치는 06:00부터는 입사각이 90°가 되어 최대 효율을 갖게 된다. 이는 오후의 일몰시에도 동일한 현상이 나타난다.

표 2. 각 시간별 태양광 입사각도(일)

Table 2. Incidence angle for a day

Time	Ground angle of incidence	Traditional 1-axis type		Applying a non-linear trajectory type	
		Tracking angle (°)	Panel angle of incidence (°)	Tracking angle (°)	Panel angle of incidence (°)
05:00	0	60	60	80	80
05:30	6	60	66	80	86
06:00	12	60	72	78	90
06:30	18	60	78	72	90
07:00	24	60	84	66	90
07:30	30	60	90	60	90
08:00	36	54	90	54	90
08:30	42	48	90	48	90
09:00	48	42	90	42	90
09:30	54	36	90	36	90
10:00	60	30	90	30	90
10:30	66	24	90	24	90
11:00	72	18	90	18	90
11:30	78	12	90	12	90
12:00	84	6	90	6	90
12:30	90	0	90	0	90
13:00	96	-6	90	-6	90
13:30	102	-12	90	-12	90
14:00	108	-18	90	-18	90
14:30	114	-24	90	-24	90
15:00	120	-30	90	-30	90
15:30	126	-36	90	-36	90
16:00	132	-42	90	-42	90
16:30	138	-48	90	-48	90
17:00	144	-54	90	-54	90
17:30	150	-60	90	-60	90
18:00	156	-60	84	-66	90
18:30	162	-60	78	-72	90
19:00	168	-60	72	-78	90
19:30	174	-60	66	-80	86
20:00	180	-60	60	-80	80

그림7 과 그림8은 각각 기존 1축형 추적장치와 비선형 궤적곡선형 추적장치에 대해 하루 동안 입사하는 태양광 각도를 그래프로 보여주고 있다.

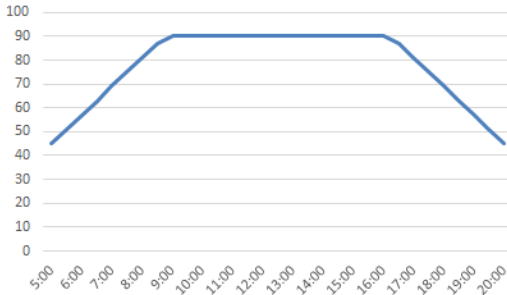


그림 7. 기존 1축형 추적장치의 입사각

Fig. 7 Incidence angle of conventional 1-axis tracking device for a day

비선형 궤적곡선형 추적장치는 $\pm 80^\circ$ 의 추적각도범위를 가진다고 가정 하였을 때, 기존 1축형 추적장치 대비 1일 약 3시간 정도 집광효율의 차이를 보여주고 있다. 그림7과 그림8의 그래프로부터 약 10% 정도의 효율 향상을 확인할 수 있다.

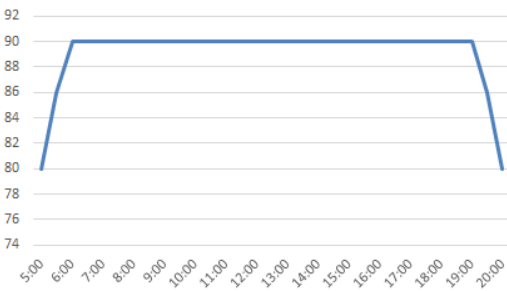


그림 8. 비선형 곡선형 추적장치의 입사각

Fig. 8 Incidence angle of non-linear tracking device for a day

V. 결 론

본 논문에서는 태양전지를 태양과 항상 법선 방향이 되도록 하기 위해 수평방향으로 놓여진 태양전지판을 최대 $\pm 80^\circ$ 까지 대칭 회전이 가능한 대칭 추적

장치의 트래커를 제안하였고 이에 대해 수식을 정립하고 해석을 수행하였다.

그 결과 가이드 홈의 비선형 궤적형상을 수식으로 확정할 수 있었고, 이로서 다양한 회전링크의 길이에 대해서도 이를 반영한 비선형 궤적형상의 가이드 홈을 정확하고 손쉽게 구할 수 있었다. 또한, 이를 통해 어떤 크기의 태양 전지판에 대해서도 최적의 비선형 궤적형상을 갖는 가이드 홈의 부재를 제공할 수 있고, 대량 생산도 가능하다.

그리고, 본 연구에서와 같은 비선형 궤적형상을 구비한 가이드 홈 부재를 태양광 추적장치에 적용할 시, 기존 1축형 추적 장치보다 약 10%정도 향상된 태양 에너지 집광 효과를 확보할 수 있어 시스템 전체의 효율 향상에 많은 도움이 될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 2015년 목포대학교 연구년 교수 지원금과 스마트그리드연구소 지원 및 한국정보통신산업진흥원, 전라남도, 여수시의 2014년도 지역 SW융합제품 상용화지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

References

- [1] K. Park, K. Ban, S.-Song, and E. Kim, "Cloud-based Intelligent Management System for Photovoltaic Power Plants," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 3, 2012, pp. 591-596.
- [2] J. Woo, "A Study on standardized instrumentation for solar power plants operated remote control," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 6, 2015, pp. 797-712.
- [3] H. Kim, "Development of a stand-alone solar street light controller integrated," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 6, 2014, pp. 641-647.
- [4] S. Ho, "Improvement of solar module device utilizing declination angel," *Master's thesis of*

the Kyungpook National University, 2012.

- [5] J. Hong and E. Kim, "Realization of Solar Servo Tracking System Using the 2 axes Solar Sensor Module," *J. of The Institute of Electronics And Information Engineers*, vol. 50, no. 11, 2013, pp. 180-187.
- [6] U. Jeon, "Realization of Solar Servo Tracking System Using the 2 axes Solar Sensor Module," *Conf. of The Institute of Electronics And Information Engineers*, 2015, pp. 1508-1511.
- [7] T. Lho, S. Lee, and M. Park, "Development of 2-Axis Solar Tracker with BLDC Motor-Cylinder Actuator and Hall Sensor Feedback," *J. of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 11, no. 7, 2010, pp. 2334-2340.
- [8] K. Park, J. Choi, and D. Chung, "A Novel PV Tracking System Control Considering the Power Loss with Change of Insolation," *J. of the Korea Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, vol. 22. no. 6, 2008, pp. 89-99.

저자 소개

한재현(Jae-Hyeon Han)



1997년 광주대학교 전자공학과 졸업, 2004년 순천대학교 대학원 정보통신공학과(공학석사)
 2013년 목포대학교 대학원 신재생에너지공학(박사수료)
 2004~현재 팔마엔지니어링 신재생에너지분야 기술이사
 2006~현재 순천 동부직업전문학교 이사장

※ 관심분야 : 무선통신 및 설비, 신재생에너지설비, 태양광발전시스템



문채주(Chae-Joo Moon)

1983년 및 1994년 전남대학교 계측공학과(공학사), 대학원 전기공학과(공학석사, 공학박사),

1997년~현재 목포대학교 공과대학 전기공학과 교수

1986~1997 한국전력기술책임연구원

2011 광주일보 테마칼럼니스트

2011~2012 전력전자학회 부회장

현재 이투스뉴스 및 한국전기신문 칼럼니스트

기초전력연구원 에너지밸리분원장

※ 관심분야 : 풍력발전시스템, 풍력성능평가, 전력변환시스템, 스마트그리드, 마이크로그리드

장영학(Young-Hak Chang)



1981년 전남대학교 공대 계측공학과 졸업

1984년 전남대학교 대학원 전기공학과(석사)

1991년 전남대학교 대학원 전기공학과(공학박사)

1991년 ~ 현재 목포대학교 제어로봇공학과 교수

※ 관심분야 : 풍력발전시스템, 전력변환시스템, 제어 로봇, 스마트그리드, 마이크로그리드

최만수(Man-Soo Choi)



1985년 및 1987년 한양대학교 기계공학과 졸업 및 한양대학교 대학원 정밀기계공학과 (석사)

2014년 목포대학교 대학원 신재생에너지공학(공학박사)

2015~현재 (재)녹색에너지연구원 책임연구원

1987~2003 삼성중공업 수석연구원

2003~2012 (주)디엠에스 풍력연구개발 임원

※ 관심분야 : 풍력발전시스템, 풍력성능평가

김영곤(Young-Gon Kim)



1993년 광주대학교 전자계산학과 졸업, 2003년 및 2009년 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과(이학 석사), 정보통신공학과(박사수료)
2014년 목포대학교 대학원 신재생에너지공학(공학박사)
2014~현재 목포대학교 스마트그리드 연구소 연구전임교수

※ 관심분야 : HCI, RFID/USN, IoT, SCADA, 풍력발전시스템, 인증평가, 스마트그리드, 마이크로그리드

정문선(Moon-Seon Jeong)



2009년 목포대 전기공학과 졸업, 2011년 목포대 대학원 전기공학과 졸업(공학 석사)
2011년~2014년 목포대 대학원 전기공학과 박사 졸업
현재 목포대학교 스마트그리드 연구소 연구전임교수

※ 관심분야 : 풍력발전시스템, 풍력단지 설계, 풍력성능평가, 스마트그리드, 마이크로그리드