

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 25, No. 1, 2005

지능형 제어기법을 이용한 태양추적시스템에 관한 연구

김평호*, 백형래**, 조금배***

*서강정보대학 정보통신학부(phkim@seokang.ac.kr), **조선대학교 전기공학과(hlbaek@chosun.ac.kr)

***조선대학교 전기공학과(gbcho@chosun.ac.kr)

A study on the Photovoltaic Tracker System Using Method of Intelligent control

Kim, Pyoung-Ho*, Baek, Hyung-Lae**, Cho, Geum-Bae***

*Dept. of Information & Telecommunication, Seokang College(phkim@seokang.ac.kr)

**Dept. of Electrical engineering, Chosun University (hlbaek@chosun.ac.kr)

***Dept. of Electrical engineering, Chosun University (gbcho@chosun.ac.kr)

Abstract

In this paper, 150W photovoltaic system using neural network tracker is proposed, the system designed as the normal line of the solar cell always runs parallel the ray of the sun. This design can minimize the cosine loss of the system output results of solar cell are sensitive to the change of weather and insolation condition don't react rapidly to parameter condition change such as system circumstance and deterioration. To achieve precise operation of photovoltaic tracker system using method of intelligent control, Neural Network is used in the design of the photovoltaic tracker system drive. The control performance of this system drive influenced by the environment parameter such as weather condition and motor parameter variations. we used synchronous motor in this tracker and the experimental results show that the fixing system shows 10,159(Wh) and tracking system shows 12,360(Wh) electricity.

Keywords : 신경회로망 추적기(Neural network tracker; NNT), 태양광발전시스템(Photovoltaic system) 태양전지(Solar cell), 지능형제어(Intelligent Control)

1. 서론

태양광발전시스템의 출력결과가 주변의 기상조

건, 일사량 등의 파라미터 변동에 민감하므로 시스템 환경 출력조건요소와 노후화에 따른 파라미터 변동이 부하외란에 대해 속응성을 갖지 못하여 신뢰성

이 떨어진다.⁽¹⁾ 이러한 문제점을 해결하기 위하여 학습기능을 가지면서 외부환경이나 시스템 자체에 관한 지식이 없어도 제어환경 변화에 스스로 적응할 수 있는 신경회로망제어기에 관한 연구가 활발하다.

본 논문에서는 병렬분산처리 방식으로 데이터를 처리하므로 하나의 연산장치 내에서 한 번에 한 가지의 연산만을 순차적으로 수행하는 디지털 컴퓨터의 정보처리 방식과는 달리 수많은 뉴런에 분산 저장되는 정보가 동시에 병렬 처리되고 실시간 처리가 가능하며 몇 개의 공정요소가 고장난 경우나 입력정보의 외란이 존재하는 경우에도 전체의 출력에는 영향을 끼치지 않는다. 따라서 교류서보전동기의 정밀 제어를 위해 시간지연소자를 이용하는 시스템의 현재 입력과 출력 그리고 과거의 데이터를 입력으로 이용하는 온 라인형 신경회로망제어기는 간단한 알고리즘으로 구현하기 쉽고 태양전지 출력효율을 상승하기에 용이하다. 기존의 태양추적방식으로는 프로그램과 센서구동에 의한 방식이 주로 이용되어 왔으나, 본 시스템에서는 신경망제어 태양추적장치가 변화하는 태양의 위치에 따라 태양전지의 법선 방향이 항상 도달하는 태양광선과 평행하게 함으로써 두 성분의 불일치에서 생기는 cosine 손실을 최소화시켜 많은 출력을 얻을 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 신경망제어 추적기를 이용한 고효율 태양광 발전시스템을 개발함으로써 시스템의 실제운전을 통하여 제안한 시스템의 우수성을 입증하고자 한다.

2. 태양추적시스템 제어기

2.1 신경망제어기

신경망은 하드웨어 구현이 가능하므로 처리속도가 더욱 더 빨라지고 회로망의 구조가 커지더라도 구현이 가능하며 비선형 이론에서 함수 매핑과 같은 실제 문제까지 접근이 가능하므로 비선형 제어에 적합하고 신경회로망은 병렬구조를 가지고 있어서 병렬분산처리가 가능하여 처리속도가 빨라서 실시간 제어가 가능하고 기존의 제어규칙 보다 잡

음에 강하며 정량적인 데이터와 정성적인 데이터를 동시에 운용할 수 있으므로 센서 데이터의 합성이 용이하고 서로 다른 데이터와의 인터페이스 기능이 있다.⁽²⁾ 그리고 여러 개의 입력과 여러 개의 출력을 가지므로 다중 입출력 변수 시스템에 적합하고 학습능력이 있으므로 플랜트나 환경을 모델링 할 필요가 없으며 학습을 통해 제어능력을 향상시킬 수도 있다.⁽³⁾ 이상의 신경회로망에 관한 장점 및 특징들에 의하여 신경회로망을 이용한 태양추적시스템을 활용하면 기존의 태양광 발전시스템을 효율적으로 운용할 수 있다.

2.2 신경망제어추적기 구성

다음 그림 1은 신경망제어 추적기를 이용한 태양광발전시스템의 흐름선도이다.

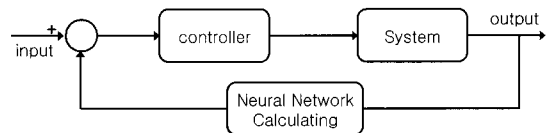


그림 1. Blockdiagram of PV System using NNT

본 논문에서 사용된 제어기인 간접 신경회로망은 제어대상을 감시하는 에뮬레이터(NNE)와 제어대상을 제어하는 신경회로망 제어기로 구성된다. 본 논문에서는 제어기 설계의 용이성을 위하여 에뮬레이터와 제어기의 구조와 모든 변수를 동일하게 사용하였다. 기존의 태양광발전 시스템에서는 사용하고자 하는 목적과 태양광발전시스템에 영향을 줄 수 있는 기상조건, 일사조건 및 태양추적 정확도 등을 고려하여 각각의 파라미터를 시스템에 맞추도록 조정해 주어야 하는 불편함을 신경망의 학습을 통해 스스로 시스템에 맞는 제어기로서 동작할 수 있도록 하였다. 그림 2는 제안한 신경망제어기의 내부구조로 각층의 뉴런의 개수와 뉴런의 활성화 출력을 위한 임계함수는 다음과 같다.

신경망제어기에 입력되는 인자들은 그림 2와 같이 설정 치와 실제 출력치 비교에서 생기는 오차

의 시간지연 성분 $e(n)$ 과 시간변화에 따른 오차변화 $ce(n)$ 과 오차변화의 변화치 $cce(n)$ 으로 구성된다.^[4] $e(n)$ 은 $e(n+1)$ 의 시간지연성분으로 $e(n)$ 은 식(1)로 나타내고 $ce(n)$ 와 $cce(n)$ 는 식(2)와 식(3)과 같다.

$$e(n) = TD[e(n+1)] = TD[R(n+1) - Y(n+1)] \quad (1)$$

$$ce(n) = e(n) - e(n+1) \quad (2)$$

$$cce(n) = ce(n) - ce(n+1) \quad (3)$$

그리고 4번째 인자는 바이어스로서 중간층 뉴런의 입력에 첨가시켜서 보다 안정한 뉴런 출력을 얻을 수 있도록 한다.

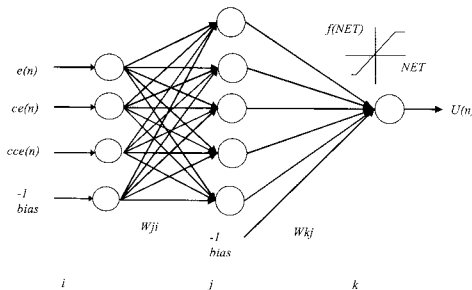


그림 2. Input and Output elements of Neuro controller

입력되는 인자 층의 개수는 4개이지만 은닉층 노동의수는 많아지면 연산속도가 늦어지고 분별력이 떨어지는 단점이 있으며 공식적으로 정해진수는 없으나 본 논문에서는, 최적의 은닉층 노드의 수를 5개만으로도 연산 속도 및 분별력이 뒤떨어지지 않음을 알 수 있었다. 따라서 은닉층의 신경망제어기의 중간층의 수와 각각의 중간층 뉴런의 개수는 중간층을 단일 층으로 구성하고 중간층 뉴런의 개수는 5개로 한다. 그리고 입력층과 마찬가지로 하나의 바이어스를 첨가시키고 각 뉴런의 임계함수는 기울기가 1인 선형함수를 취한다. 출력층 뉴런은 제어신호 $u(n)$ 을 출력하며 출력층 뉴런

의 임계함수는 중간층과 같은 선형함수를 취하나 학습 시 최적의 출력을 얻도록 출력이득을 조정할 수 있게 기울기를 임의로 조정 가능하다.

2.3 신경망 추적기를 이용한 방식

센서에 의한 방식의 추적기는 일정 각도가 벗어난 경우 정확한 태양 추적이 되지 않는 단점이 있으며 점을 보완하기 위해 프로그램에 의해 정확한 위치를 추적하는 방식을 사용할 수 있다.^[5] 프로그램에 의해 임의의 위치를 먼저 찾아가므로 장시간 동안 태양이 나타나지 않은 경우도 태양추적이 가능하고 이물질에 의한 오동작을 일정범위 내에서 제한할 수 있으며 이 방식은 프로그램이 비교적 간단하면서도 정확한 태양의 위치 추적이 가능하고 오류도 적어지는 장점이 있지만 태양의 임의의 위치를 추적할 수 있는 프로그램이 필요하고 이물질에 의한 문제가 해결되지 않았으며 센서 추적에 비해 회로가 복잡한 단점이 있다.^{[6]-[7]}

태양추적시스템의 추적 정확도는 시스템의 구성 및 운영에 따른 여러 가지 복합적인 인자에 의하여 영향을 받는다. 신경망추적기를 이용한 태양추적시스템의 입력신호로 사용되는 태양위치 역시 태양추적시스템의 추적 정밀도에 영향을 미치는 중요한 인자이며 따라서 보다 정확한 태양위치의 계산이 요구된다.^[8] 본 논문에서는 태양위치 계산을 위해서 Walraven 계산식은 정확도가 비교적 높은 것으로 판별되었지만 Walraven 계산식 보다 정확도가 향상된 Michalsky 계산식을 사용하여 태양추적제어에 이용하고 있다.^{[9]-[10]}

3. 시스템 개발

3.1 시스템구성

본 논문에서는 신경망추적기를 이용하여 방위각과 고도각을 모두 제어하는 2축 제어방식을 채택하였다. 이것은 방위각을 제어하는데 모터 하나를 사용하며, 경사각을 제어하는데 또 다른 모터 하나를

사용함으로써 모두 2대의 모터를 이용하여 태양의 방위각과 고도각의 데이터로 프로그램화 하여 제어한다. 신경망추적기를 이용하여 추적하므로 태양의 방위각과 고도각은 Michalsky 계산식으로 정밀한 데이터를 얻을 수 있지만 한국천문연구원에서 제공한 광주광역시 하루 태양위치데이터로 제어하였다. 다음 정확성을 높이기 위해서 추적장치 위쪽에 광센서를 달아서 태양의 빛의 강도를 비교하여 태양을 추적하도록 하였다. 이 방식의 특징은 방위각은 물론 경사각을 조절할 수 있어 정확한 태양추적이 가능하며 이에 따라 보다 높은 태양전지의 효율이 증가 될 수 있었으며 프로그램방식보다 제어가 더 간단하게 되었다. 하지만 방위각과 경사각을 제어하기 위한 모터 2대가 필요하며 방위각 제어시에는 적당한 토크만 가능하지만 경사각 제어시에는 모터의 강력한 토크가 요구된다.

본 논문에서 제안된 신경망추적기에 의한 태양추적시스템의 전체 시스템 구성도를 그림 3에 나타내고 있다. 시스템은 크게 태양전지 어레이, 모터부 및 시스템제어부로 구성되어 있다.

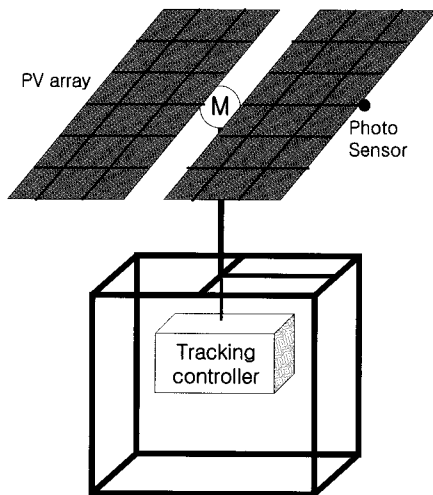


그림 3. Configuration of Solar Tracking System

본 논문에서는 75[W]급 태양전지 모듈 2장을 병렬연결 하여 150[W]급 태양광발전시스템을 구

성하였고 표 1은 본 논문에서 사용한 태양전지 모듈의 사양을 나타내고 있다.

표. 1 Photovoltaic Module specification

DIVISION	
Power(Wp)	75
Cell Size	5
Cell Power(Wp)	2.1
No.of Cells	36
Profile	4(L) × 9(W)
Module Size(mm)	536 × 1167 × 38
Electrical data	
Pp(Watts)	75
Vp(Volts)	17.2
Ip(amps)	4.42
Voc(Volts)	21.3
Isc(amps)	4.82
Dimensions and weights	
Length(mm)	1167
Width(mm)	536
Thickness(mm)	38
weight(Kg)	4.82
Characteristic data	
Solar cells per module	36
Type of solar cell	Multi-crystalline Si solar cells, 12.5×12.5cm ²
Assembly holes(pieces)	8

3. 2 태양위치 추적기 회로도

전원은 직류전압 5[V]를 사용할 수 있도록 하였으며 전원코드에 연결하는 순간 동작하도록 구성하였다. 그림 4은 태양광 추적기 회로도를 나타낸 것이다. 4[MHz] 발진을 갖는 마이크로컴퓨터(PIC16F84)를 제어기로 사용하였고 단상 교류인 상용전원을 SSR(Solid State Relay)을 통하여 정역 구동회로를 구성하였다. 그리고 본 시스템은 경사각과 방위각을 모두 제어하는 방식이므로 동기 모터 2개, 정역회전을 제어하는 SSR 4개로 단순하게 구성되어 있다.

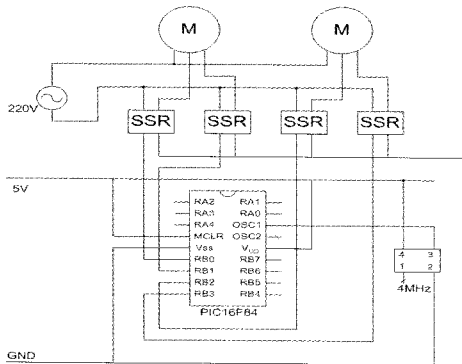


그림 4. Circuit of Solar Tracking Controller

3. 3 제어알고리즘 및 회로도

본 연구에서 구현한 전체 알고리즘은 태양전지의 위치를 파악하여 추적 시스템의 구동부에서 최대한 전력소비를 줄이기 위하여 주제어 소자인 제어컴퓨터를 제외한 나머지의 시스템은 다운상태로 대기하도록 하였다. 광주지역에서 고도각은 0°에서 80°사이로 변화하며 오전 및 오후 변화는 다소 크고 오후에는 거의 변하지 않는다. 반대로 방위각은 360°회전하며 오전·오후의 변화는 상대적으로 적고 정오에는 변화가 아주 크다. 그러므로 오전·오후에는 태양위치 변화가 크지 않으므로 30분에 1회로 추적 작용을 수행하고 11시부터 14시 30분까지는 태양 위치 변화가 크므로 15분에 1회로 추적작용을 수행하게 하였다. 태양전지 추적시스템은 크게 센서부, 센서드라이브부, 제어컴퓨터 주회로제어부, 가동부, 본체로 이루어져 있다. 센서부에서는 광도전소자(cds)의 특성을 이용하여 태양과 이루는 각에 따른 빛의 밝기를 인위적으로 입사하도록 하여 소자 양단의 저항값의 변화를 검출하여 구성하였다.

센서 드라이브부에서는 검출된 저항값과 고정된 저항의 입력전압분배에 의해서 각각 다섯 방향에서의 검출전압을 비교부에 입력하여 센서 중심부를 기준으로 태양의 위치를 판별하도록 신호값을 출력한다. 주회로제어부는 PIC16F84를 사용하여 태양의 방위각과 고도각값에 따라 프로그램화하여 모터 드라이브부에 입력신호를 전달하여 태양전지 모듈이

대체적으로 태양을 향하게 한다. 다음 센서 드라이브부의 입력신호를 통하여 프로그램적으로 논리기능을 수행한 후 출력 신호를 발생하고 이 신호가 또 다시 모터 드라이브부에 입력하여 태양이 모듈의 법선 방향에 위치하도록 한다. 이 부분에서 전력소비를 최소한으로 하기 위해 15분에 1회로 제어컴퓨터부를 제외한 나머지 시스템의 전원을 온-오프시킨다. 또한 입력신호의 조건에 따라 구동 신호를 발생하며 일사량의 변화에 대응한 여러 가지 조건에 대한 설정이 프로그램화 되어있다. 가동부는 동기모터 2대로 되어있고 각각 방위각과 경사각으로 가동한다. 동기모터는 1: 500의 감속기어를 사용하였으며 정지토크는 무한대이다. 본체는 크게 3등분으로 나뉘며 태양전지 어레이, 받침 지지대, 회로기판과 모터가동부를 포함한 부분이다.

3. 4 제어 알고리즘

그림 5에 태양광 추적장치의 제어 순서도를 보여주고 있다. 제어알고리즘은 전원이 투입됨과 동시에 CPU, 파워업 타이머와 센서부 및 구동부에 전원이 투입되고 제어컴퓨터에서는 입력과 출력을 제어한다. 먼저 태양의 고도각 및 방위각에 따라 모터가 구동되어 태양전지 모듈이 태양을 향하게 되고 다음 센서부에서 센서와 태양의 법선이 이루는 각도에 따른 신호가 검출되고 4가지의 입력조건이 성립된다. 센서 중앙부에 있는 광도전소자를 기준으로 좌, 우, 상, 하로 센서와 태양이 법선에 가까운 쪽에서 신호는 발생한다.

이렇게 발생된 신호는 컴퍼레이터에 입력되고 각각 상, 하, 좌, 우의 위치 입력신호가 필터를 거쳐 제어컴퓨터에 입력된다. 출력은 입력된 신호 조건에 따라서 제어컴퓨터에서 제어되도록 구성되어있다. 출력된 신호는 4개의 출력포트를 한쌍으로 모터드라이브에 입력되며 2개의 드라이브로 상하좌우를 컨트롤한다. 또한 출력된 신호는 신경망제어를 통하여 태양의 위치를 정확히 추종하게 된다. 모터부에서 발생된 전력소비를 최소한으로 하기 위해 15분

동안 제어컴퓨터를 제외한 시스템의 전원을 차단하고 20회의 입력조건으로 판별한 출력신호를 출력하여 모터를 구동시킨다. 20회의 입력조건이 끝나면 다시 제어컴퓨터를 제외한 회로의 전원을 차단하고 대기모드로 돌아간다.

빛의 입사각과 확산도를 판별하기 위해 센서부의 출력신호가 좌우 또는 상하의 신호가 동시에 입력될 때 혹은 3개 이상의 입력신호가 들어올 때는 구름이 끼었거나 기타 이상으로 간주하고 출력신호는 발생되지 않는다.

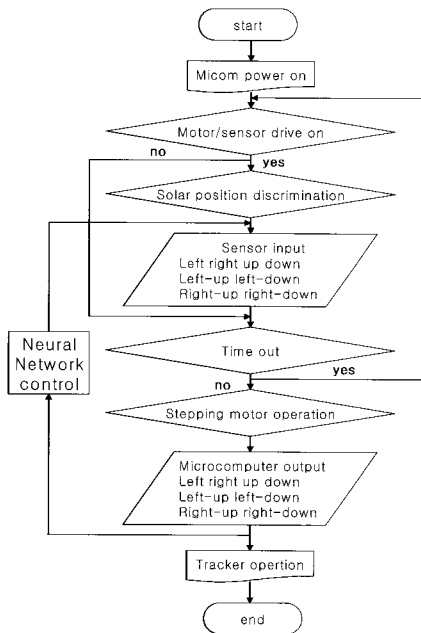


그림 5. Diagram of Solar Tracking Controller Algorithm

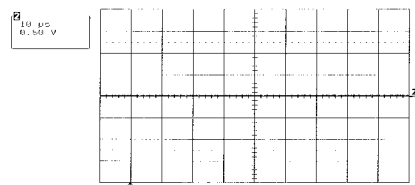
4. 실험결과

4.1 태양추적성능 특성

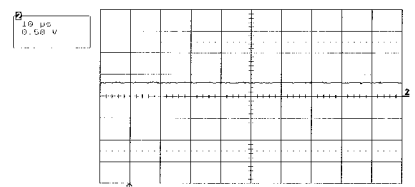
본 논문에서는 태양전지 어레이에서 발생된 전력을 최대로 하기 위하여 태양추적 알고리즘을 적용한 신경망제어 추적 태양광발전시스템으로 구성하였다.

그림 6과 그림 7는 본 태양전지에 추적할 신호를

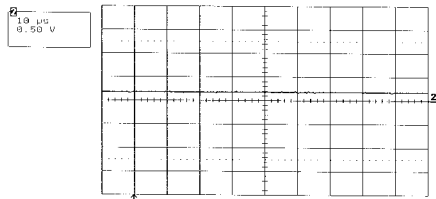
감지하는 센서에서 검출한 전압 파형을 나타낸 것이다. 그림 6에서 보여준 중앙의 E 센서 출력을 기준 전압값으로 A, B, C, D 센서 출력값을 서로 비교하게 되고 서로 높은 전압에서 출력이 발생하게 된다. 이는 E 센서를 제외한 4개의 센서에서 E 센서보다 전압이 높을 경우 어둡다는 의미가 되고 따라서 전압이 낮은 쪽으로 구동신호를 발생하게 된다. 그림 6의 경우에는 태양의 중심을 향하는 법선 방향에서 태양이 방위각은 E센서에서 C센서방향으로 약 30°, 경사각은 E센서에서 B센서방향으로 약 10° 정도 벗어나 있을 때의 센서에서 검출한 신호이다. 기준 센서인 E센서의 전압은 0.2[V]이고 센서 A는 0, B는 0.1[V], C는 0.3[V], D는 0.3[V]를 출력하고 있다. 이 5가지 신호원에 의해 태양의 위치를 판단하는데 현재는 기준센서 E의 출력전압보다 낮은 것은 센서 A와 센서 B이다. 따라서 태양이 센서 B와 A사이에 위치함을 판별하게 되고 그 방향을 향해서 모터의 구동신호를 발생하게 된다. 그림 7의 경우에는 센서 E만 0이고 나머지는 0.2[V] 이상의 출력 전압값을 갖는다. 따라서 센서 E번에 태양이 위치한다는 의미이다. 이 경우 제어 컴퓨터는 태양이 중앙에 왔다는 것으로 판별하고 더 이상의 추적은 하지 않게 된다.



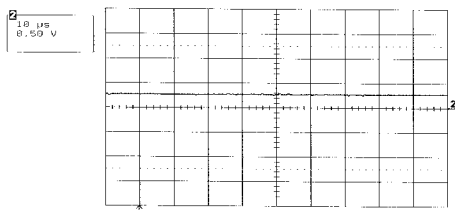
(a) sensor A



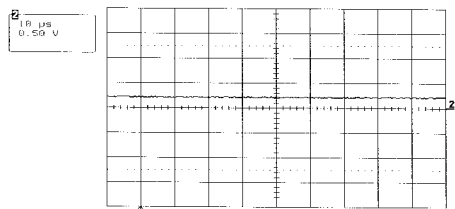
(b) sensor B



(c) sensor C

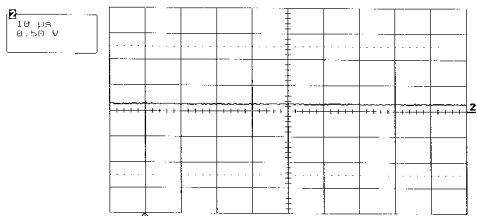


(d) sensor D

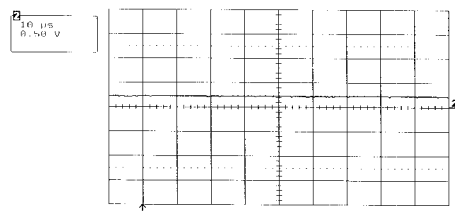


(e) sensor E

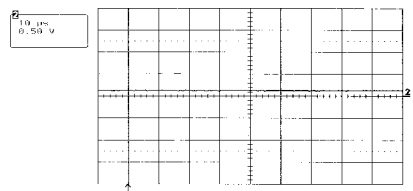
그림 6. Voltage Output of Each Sensor when They are Out of Center



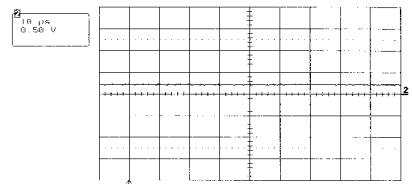
(a) sensor A



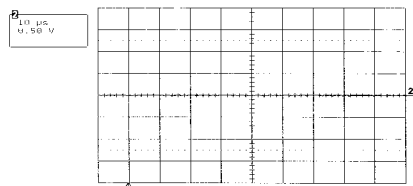
(b) sensor B



(c) sensor C



(d) sensor D



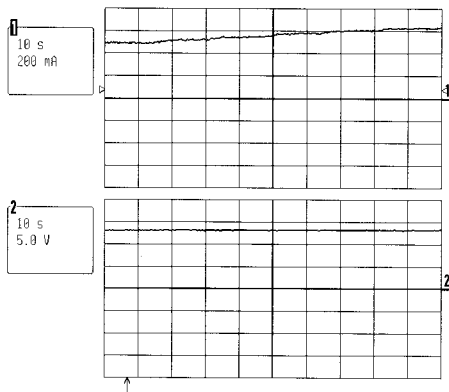
(e) sensor E

그림 7. Voltage Output of Each Sensor when They are in the Center

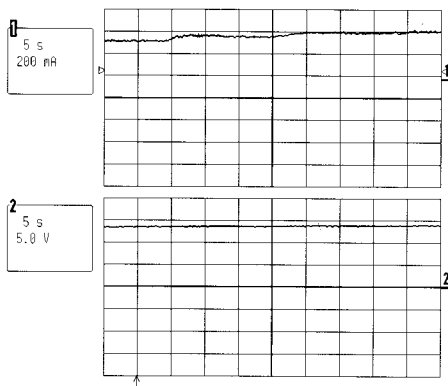
4.2 추적형 태양광발전시스템 출력특성

본 논문에서 시제작한 신경망 추적시스템은 방위각 구동모터는 쉽게 회전하여 추적하였으나 경사각에는 상당히 큰 토크가 필요하였다. 그림 8은 추적기에 태양전지 시스템을 탑재하여 구동시켰을 때 방위각 혹은 경사각 두 방향 중 한 방향으로만 추적하였을 경우의 출력전류와 전압을 나타낸 것이다. 방위각을 측정 할 경우에는 경사각을 고정시키고 방위각만 약 30° 정도 센서의 중심에서 벗어나게 하여 측정하고 경사각 측정 시에는 방위각을 고정시키고 경사각만 약 30° 정도 센서의 중앙에서 벗어나게 하여 측정하였다. 그림 9는 태양전지 시스템을 구동시켰을 때 방위각과 경사각 두 방향 모두를 추적한 경우의 출력 전류와 전압을 나타낸 것이다. 이것은 방위각과 경사각 모두 약 30° 정도 중심에서 벗어나게 하여 추적하게 한 후 출력의 변화를 관찰한 것

이다. 그림 8과 그림 9에서 볼 수 있는 결과는 모두 방위각과 경사각의 변화에 따른 전류의 변화를 단계적으로 관찰하기 위하여 추적장치의 대기모드에서의 시간간격을 12초로 하였으며 센서에서의 신호검출과 모터에 출력하는 과정을 13회 반복하면 다시 대기모드로 돌아가도록 프로그램화하여 측정한 것이다. 또한 반복 회수를 13회 끝마치지 않은 경우라도 센서의 값을 비교하여 태양이 정중앙 위치에 왔을 경우 바로 외부회로의 전원을 끊어 추적을 중지하고 12초간의 대기모드로 돌아가도록 하였다.



(a) Azimuth



(b) Elevation

그림 8. Output Current and Voltage Characteristics of Solar Cell, when Run to One Direction

추적 방법을 지정된 시간으로 하지 않고 센서링과 출력의 반복되는 횟수로 지정하여 추적이 완료되면

바로 대기모드로 환원하는 방법은 시간을 지정하는 방법에 비해 소비전력을 최소화할 수 방법임을 확인할 수 있었다. 본 추적기를 여러 방향으로 방향을 바꾸어도 센서의 위치가 태양의 중심에서 어느 방향으로 벗어나 있던지 추적은 빠르고 확실하게 이루어졌다. 그림 9에서 태양전지의 출력전류가 급격하게 바뀌는 점은 가로축과 세로축 동시에 추적을 수행하는 곳이라 할 수 있으며 출력전류가 완만하게 상승하는 점은 가로축 혹은 세로축 한쪽으로만 구동함을 나타낸다. 모두의 그래프에서 알 수 있듯이 태양을 추적했을 경우와 하지 않았을 경우에 생산전력에 상당한 차이가 생기는 것을 확인할 수 있다. 본 추적기는 태양이 센서의 중심에서 방위각과 경사각 모두 약 30° 정도 내에 있으면 완벽히 추적을 수행하였으며 위의 그래프에서도 확인할 수 있었다. 방위각과 경사각 모두 약 30° 정도면 태양이 약 2시간 정도 회전한 각으로 충분히 대기 모드에 따른 시간과 실제 추적시간을 적절히 조정하면 최적의 추적 조건을 찾을 수 있어 추적기로서 충분한 가치를 입증할 수 있었다.

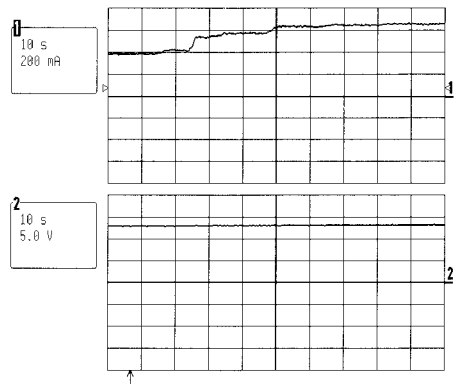


그림 9 Output Current and Voltage Characteristics of Solar Cell at Drive Azimuth Angle and Tilt Angle Same Time

그림 10는 임의의 날씨가 화창한 날 같은 출력을 내는 어레이로 고정상태와 추적을 수행하는 상태의 발전량을 데이터화한 것이다. 고정상태보다 최대

40[W] 이상 차이가 남을 알 수 있고 태양전지 법선의 기울기가 크면 클 수록 고정상태보다 추적을 수행하는 상태의 발전 출력이 현저히 큼을 알 수 있다. 그림 11은 임의의 구름이 약간 끼인 날 같은 출력을 내는 어레이로 위와 같은 실험을 수행한 결과의 태양전지 발전출력량을 데이터화한 그래프이다. 최대발전량의 차이는 40(W) 정도차이가 나며 구름이 가려진 상태에서는 출력이 어느 정도 동일하나 다시 구름이 걷힐 경우 추적이 원활히 수행됨을 알 수 있다.

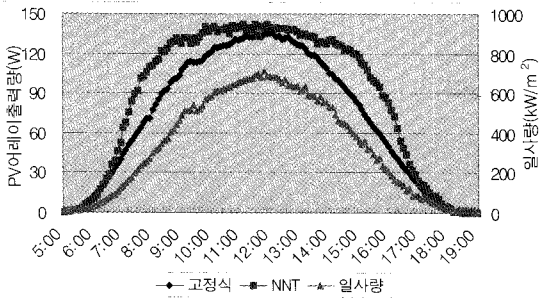


그림 10. Compare with a Static System and Neural Network Tracker in Fine Day

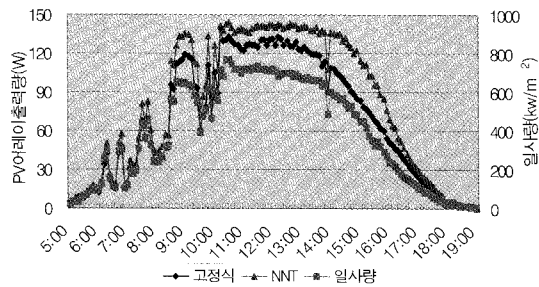


그림 11. Compare with a Static System and Neural Network Tracker in Some Gloomy Day

5. 결 론

태양전지 추적시스템은 크게 센서부, 센서드라이브부, 신경망제어회로부, 모터 드라이브부, 가동부, 본체로 이루어져 있다. 센서부에서는 광도전소자(cds)의 특성을 이용하여 태양과 이루는 각에 따른

빛의 밝기를 인위적으로 입사하도록 함으로서 소자 양단의 저항값의 변화를 검출할 수 있게 구성하였다. 본 논문은 신경망추적기를 이용하여 태양전지 어레이가 태양과 항상 법선을 이루도록 하여 최대 전력을 발생하는 태양광발전시스템을 구성하여 특성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 화창한 날과 흐린 날 동일 출력을 내는 태양전지로 고정상태와 추적을 수행하는 상태의 발전량을 분석한 결과, 고정상태일 때 10,159 [Wh], 추적 수행을 하였을 때 12,360 [Wh]의 하루 발전량을 출력하였고 최대 40 [W] 이상 차이가 남을 확인 할 수 있었다.
2. 태양전지 법선의 기울기가 크면 클 수록 고정상태보다 추적을 수행하는 상태의 발전 출력이 큼을 알 수 있었다.
3. 신경망추적기를 이용한 본시스템에 의한 추적형 태양광발전시스템을 설계 및 제작하여 출력특성을 분석한 결과 고정식에 비하여 21[%] 이상의 발전출력을 증가시킬 수 있음을 실험데이터를 통하여 입증하였다.

본 논문의 실험결과를 태양광발전추적 시스템 연구분야의 기본자료로 제시하며 지속적인 태양광발전추적시스템의 효율개선에 대한 연구를 진행하고자 한다.

이 논문은 2002년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음

참 고 문 헌

1. Clemens Schaffner, Dierk Schroder, Ulrich Lenz. "Application of Neural Networks to Motor Control." *IPEC'95*: 46-51, 1995.
2. S.Cvalicri. "A Novel Neural Network

- Model for the Performance Evaluation of Flexible Manufacturing Systems.” IEEE’96: Vol.3:1478-1483, 1996.
3. Wang Ruangsheng, Wang Pingyang, Y.H. Song, A.T.Johns. “Coordinated System of Fuzzy Logic Control and Neural Network.” Icee96, Vol.2:1178-1183, 1996.
 4. 兵川圭弘, “太陽光發展入門”, オーム社, 1981.
 5. Fumio Harashima and seiji Kondo, “Optimal Power Flow Control of Photovoltaic Solar Energy System”, Institute of Industrial Science, University of Tokyo, 7-22-1, Roppong, Minato-ku, Tokyo 106, JAPAN
 6. Victorio Arcidiacono, Sando Co rsi, Luciano Lambri, “Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic Power Plants”, IEEE. pp. 507-512, 1982.
 7. Masato Hoshino, Gunji Kimula, Mitsuo Shioya, “DC-DC Converter and Inverter for Photovoltaic Modules”, IECON. pp. 569-574, 1988.
 8. 大庭他, “太陽光發電システム最大出力制御法”, 電學論B, 106-7B(昭和 61年)
 9. Dr.F.Lasnier, Tony Gan Ang, “Solar Photovoltaic Handbook”, Energy Technology Division Asian Institute of Technology, 1988.
 10. A. L. Fahrenbruch and R. H. Bube, “Fundamental of Solar Cells”, Academic Press, New York, 1983.