

AI를 활용한 양축 추적식 태양광 발전기

안태산¹, 정용우¹, 박재원¹, 조재혁¹
¹전남대학교 전자공학과

ats2452@naver.com, sammul3380@naver.com, pjw4626@naver.com, cjh5680@naver.com

Dual-Axis Solar Tracker Using AI

Tae-San An¹, Yong-Woo Jeong¹, Jae-Won Park¹, Jae-Hyeok Cho¹
¹Dept. of Electronic Engineering, Chonnam National University

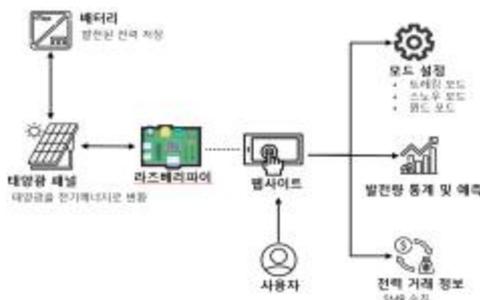
요 약

2030년까지 재생 에너지 비율이 30% 이상으로 높아질 것으로 예측되고, 태양광은 그중 주요 에너지 원으로 적극 확대되고 있다. 따라서 기존의 고정형 태양광 발전 대신 양축 추적식 태양광 발전기를 통해 에너지 효율을 높이며 기후 변화에 따른 태양광 발전기의 안정성을 위해 다양한 Mode를 구현 하고, AI 기술을 접목한 발전량 예측 서비스와 전력거래 시장을 구축한다.

1. 서론

최근 글로벌 태양광 시장은 설치단가의 지속적 하락과 중국, 미국, 유럽 등에서의 친환경 에너지 정책 강화로 인해 2024년에 20% 이상의 성장이 예상된다. 그러나 기존의 고정형 어레이 태양광 발전 방식은 발전량이 저조하고 설치 비용에 비해 효율성이 떨어지는 한계를 지니고 있다[1]. 또한, 전국 태양광 발전 통계 결과 눈으로 인한 발전량 수준이 10% 수준에 머물며, 강풍으로 인한 패널 손상 사례가 발생하고 있다. 마지막으로 우리나라의 중앙 집중형 시스템은 에너지 손실이 크고 설비 건설 및 유지에 막대한 비용이 소요되는 문제를 안고 있다. 이러한 배경 속에서, 태양광 발전의 효율성을 높이고 비용을 절감할 수 있는 새로운 기술과 시스템의 개발이 필요하다. 본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위한 혁신적인 태양광 발전 시스템을 제안하고자 한다.

2. 본론

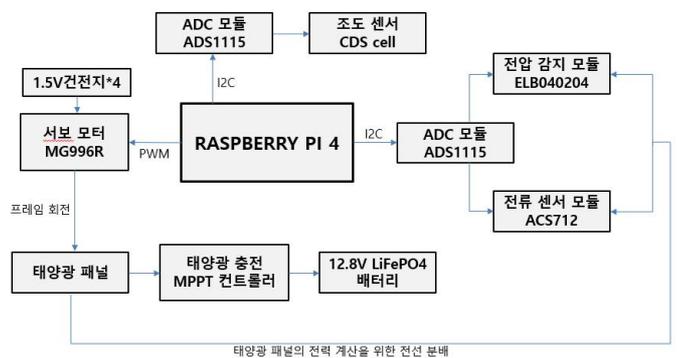


(그림 1) 시스템 흐름도

본 연구 시스템의 주요 흐름은 에너지 저장, 발전량 데이터 처리 및 분석, 사용자를 위한 웹사이트 기반의 발전량 정보 제공 및 전력 거래 정보 확인의 단계로 진행된다.

2.1 양축 추적식 태양광 H/W

다음 설계도와 같이 기반 트래킹 동작을 위해 두 개의 서보모터를 양축 사용하였고, 4개의 조도 센서를 부착하여 광량을 비교해 작동 방향을 결정하였다. 기존과 달리 전압 감지 모듈과 전류 센서 모듈을 사용하여 발전량 데이터를 분석하고 일일 발전량 통계에 활용하였다.



(그림 2) 하드웨어 설계도

패널의 안정성과 발전 효율을 위해 날씨 변화에 따라 서보모터의 각도를 각각 지면과 수평, 60도를 자동으로 이루도록 설계하여 기상청 API와 라즈베리 파이를 통해 기상 상황에 맞게 Wind mode와 Snow

mode, Tracking mode의 동작을 자동으로 변환하도록 구현하였다[1].



(그림 4) HW/SW 실물 제작

2.2 S/W 주요기술

사용자 경험을 최적화하기 위해 프론트엔드 기술인 HTML, CSS, JavaScript, PapaParse를 활용하여 태양광 발전량을 실시간으로 시각화하고 사용자 경험을 최적화하는 웹 인터페이스를 제공한다. 백엔드는 Node.js와 MongoDB를 통해 프론트엔드와의 통신을 관리하고, Python과 NPM을 사용하여 발전 데이터를 처리하고, 서버 로직을 구현하여 실시간 데이터를 제공하는 역할을 수행한다.

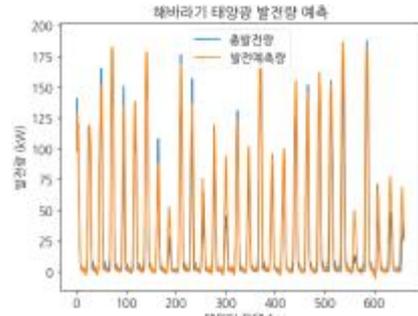
본 시스템은 발전량의 수집에서부터 분석, 저장, 그리고 시각화까지의 전 과정을 통합적으로 처리함으로써 사용자가 태양광 발전 시스템의 운영 상태를 실시간으로 모니터링하고, 미래의 발전량을 예측하여 효율적인 에너지 관리를 할 수 있도록 지원한다. 발전량은 태양광 패널의 실시간 전력 출력을 기반으로 수집되어 MongoDB에 저장되고, 웹 기반의 대시보드에서 실시간으로 다양한 정보를 제공한다.

전력 거래 및 가격 정보를 효율적으로 제공하기 위해 전력거래소 API를 활용하여 SMP(계통한계가격) 데이터를 실시간으로 조회하고, 사용자로부터 입력된 판매 전력, 판매자 등의 거래 정보를 데이터베이스에 저장하여 이를 웹 인터페이스를 통해 실시간으로 표시한다.

2.3 LSTM 모델 개발

LSTM은 RNN의 한 종류로, RNN의 장기 의존성 문제(long-term dependencies)를 해결하기 위해 나온 알고리즘 모델이다[2]. 본 프로젝트에서 첫번째 LSTM 레이어는 128개 유닛으로 입력 데이터의 형태는 (TIME_STEPS, FEATURES)로, 출력 반환은 return_sequences=True로 설정하여 다음 레이어로 전달하였다. 마지막 Dense 레이어는 1개의 출력 뉴런으로 회귀 문제의 최종 출력을 하였다.

‘adam’ 옵티마이저와 ‘mean_squared_error’ 손실 함수를 사용하여 모델을 컴파일하고 평가지표로 ‘mae’를 사용하였다. ReduceLRonPlateau, EarlyStopping, ModelCheckpoint 콜백함수를 설정하여 모델을 훈련시켰다. 학습이 진행되는 동안 매 epoch마다 loss(mse), val_loss(mse), mae, val_mae값을 기록하고 Pyplot함수를 활용하여 그래프로 나타내는 역할로 이용하면서 시각화하였다.



(그림 5) 태양광 발전량 예측 그래프 비교

4. 결론

본 연구에서 제안한 양축형 추적식 태양광 발전 시스템은 고정식 패널에 비해 높은 효율을 보여 태양광 발전 성능을 극대화할 수 있다. Snow Mode와 Wind Mode 기능을 통해 태양광 패널의 효율 저하와 손상을 방지하며, 실시간 발전량 정보와 AI 기반 예측 기능을 제공하여 전력 사용의 효율성을 높인다. 사용자 친화적인 UI/UX 설계를 통해 기온, 날씨, 강수확률 등의 통계를 제공함으로써 편의성을 향상시킨다. 이러한 시스템은 친환경 에너지 사용을 촉진하고, 개인 간 전력 거래 시장 구축을 통해 비용 절감과 효율적인 전력 분배를 도모하여 궁극적으로 태양광 발전의 지속 가능성과 경제성을 높이는 데 기여할 것이다[3].

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다

참고문헌

[1] 조금배, “1kW급 양축형 추적식 태양광발전시스템에 관한 연구”, 조선대학교, 2014년
 [2] 신동하, 김창복, “RNN-LSTM을 이용한 태양광 발전량 단기 예측 모델”, 한국향행학회논문지, 제22권 제3호, 233-239쪽, 2018년
 [3] 오지영, “국내 전력시장의 직접구매제도 개선방안에 관한 연구”, 다문화교육연구, 제11권 제4호, 55-85쪽, 2018년