

学位論文概要

題目 A Study on Maximum Power Extraction of Photovoltaic Systems Installed on Ship Using Artificial Neural Network

(ニューラルネットワークによる船舶に設置した太陽光発電システムの最大電力抽出に関する研究)

氏名 ADI KURNIAWAN

船舶に太陽光発電システムを搭載する場合、陸上とは異なる設置環境を考慮する必要がある。太陽電池モジュールは船舶と共に海上を移動するが、発電システムの設計・計画に必要な日射量の海上観測データは存在しない。また、中小型船上では太陽電池モジュールの設置場所に制限があり、船上の構造物・機器により太陽電池モジュール上に複雑な部分陰影が生じる可能性が高い。

そこで本研究は、海上を移動する船舶上に設置した太陽光発電システムについて、海上の任意の地点での日射強度を推定する手法、太陽光発電システムが受光可能な年間エネルギー量を最大化するための太陽電池モジュールの設置角度、さらに太陽電池アレイ上の部分陰影影響を考慮した太陽光発電システムの最大電力点追従制御(MPPT)手法を提案したものである。

本論文は以下の7章から構成されている。

第1章は緒論であり、本研究の背景と目的、および、論文構成について述べている。

第2章では、太陽電池モジュールの発電特性について、日射照度と温度影響して定式化し、数値計算例を示している。さらに、複数の太陽電池モジュールで構成される太陽電池アレイにおいて部分陰影が生じた場合の発電特性を数値計算で示すとともに、実験装置を用いた計測で現象を確認している。

第3章では、本研究の提案手法で使用する階層型ニューラルネットワークの基礎理論と Levenberg-Marquardt 法による学習方法、学習手順について述べている。

第4章では、第3章で述べたニューラルネットワークを用いて、限られた過去の観測データから陸上の任意地点での直達日射量、および、散乱日射量、全天日射量の月間変動値と時間変動値を推定する手法を考案している。日本国内5カ所での2011年から2016年の日射量の観測データを教師データとして階層型ニューラルネットワーク上に学習し、2017年の観測値と提案手法による推定値と比較して提案手法の有効性を考察している。さらに教師データ以外の都市での日射量の推定結果の妥当性について考察している。

第5章では、第4章の手法を発展させ、海上の任意地点にある船舶上に設置した太陽電池モジュールの傾斜角度と方位角度に応じた日射強度の時間変化を推定する手法を考案している。日本国内6カ所の定期旅客航路において、受光可能な日射強度を最大化する太陽電池モジュールの設置方法を検証している。検討の結果、往復に2日以上要する長距離航路ではモジュールを水平設置することが有効であるのに対し、一日に複数回往復する短距離航路ではモジュールの傾斜角を季節に応じて調整することが有効であることを確認している。

第6章では、部分陰影影響を考慮した太陽光発電システムの最大電力点追従制御手法について検討し、標準的な P&O MPPT 手法とニューラルネットワークを併用したハイブリッド MPPT 手法を提案している。数値計算により、従来手法である P&O 法、および、ニューラルネットワークを用いた既往手法と比較を行い、部分陰影により太陽電池アレイに不均一な日射が生じた場合においても、提案する MPPT 手法により、局所最大点に陥ることなく最大電力点に数秒以内で到達可能であることを明らかにしている。

第7章では、本研究を総括し、今後の研究課題について述べている。