

Development of daily three-layer neural networks to estimate PV power from global horizontal irradiation

Takahiro BANDO^{*1‡} Tsubasa ITO^{*2} Hayate WAKISAKA^{*2}
Atsushi FUKUDA^{*2} Hiroki KOBAYASHI^{*2} Toru HARIGAI^{*2}
Hirofumi TAKIKAWA^{*2} Motohisa HIRATSUKA^{*3} Shiro MAKI^{*3}

水平面全天日射強度から PV 発電電力推定を行う 日別 3 層ニューラルネットワークの開発

坂東 隆宏^{*1‡} 伊藤 翼^{*2} 脇坂 颯^{*2}
福田 敦史^{*2} 小林 宏規^{*2} 針谷 達^{*2}
滝川 浩史^{*2} 平塚 元久^{*3} 真木 志郎^{*3}

Abstract

In this study, a daily three-layer artificial neural network (ANN) which converts from global horizontal irradiation (GHI) to photovoltaic (PV) power is developed. Here, each ANN estimates PV power of a specific day after the ANN learns the data from days around the specific day. Though the three-layer ANN has small numbers of the weight in the ANN, daily ANNs are expected to include the seasonal dependence which appears in the conversion from GHI to PV power. In addition to GHI, temperature, humidity, and solar azimuth are given as input variables. As a result of applying the developed daily ANN to a sunny day, a cloudy day, and a rainy day, it was confirmed that the PV power generation in these object days could be accurately estimated. The estimation errors were also evaluated for one year and effectiveness of daily three-layer ANNs with proposed input parameters was shown.

Keywords: Estimation of photovoltaic power, Solar irradiation, Clearness index, Artificial neural network, Optimization
キーワード: 太陽光発電における発電電力推定, 日射強度, 晴天指数, 人工ニューラルネットワーク, 最適化

1. はじめに

太陽光発電の経済的有効運用に向け、発電電力量（発電量）を精度良く予測し、実績値との差を小さくすることが必要不可欠である。太陽光発電量（PV 発電量）の予測手法に関する研究は、近年精力的に行われており^{1,2)}、気象モデルによる手法、衛星観測による手法、全天球カメラや日射センサを用いた地上観測による手法³⁻⁶⁾の開発が進められている。

さて、PV 発電量は太陽光パネル（PV パネル）面に対する日射強度に強く依存する⁷⁾ため、実質的には日射強度を予測することが重要である。このような観点から、本研究グループでは、地上観測に基づく特定点太陽光発電所（PV 発電所）における水平面全天日射強度（GHI）を予測するシステムを開発してきた⁸⁻¹²⁾。本システムでは、特定点 PV 発電所の周囲に全天球カメラおよび日射センサを設置す

る。全天球カメラにより特定点 PV 発電所へ向かう雲の推定を行い、そして、日射センサにより雲影による GHI の減衰量および雲影移動速度を推定する。これら推定量を用いて、特定点 PV 発電所での GHI を予測する。

本システムでは、予測 GHI から非線形回帰により予測 PV 発電量を得る。この非線形回帰には、人工ニューラルネットワーク（ANN）を用いる。ANN を用いることで内部がブラックボックスになるが、JIS C 8907「太陽光発電システムの発電電力量推定方式」で求められるような、地表面のアルベド、PV パネルの設置角度（方位角）、PV パネル温度などを評価せずに PV 発電量へ変換できる点に優位性がある。ANN による発電量予測¹³⁻¹⁵⁾は広く行われており、それぞれ、入力層に与えるデータの違いやネットワーク構造の違い（画像解析に有用な畳み込み ANN、時系列データに有用なリカレント ANN など）がある。

本研究では、GHI から PV 発電電力推定を行う 3 層 ANN

*1 Assistant Professor, Toyohashi University of Technology, 1-1 Hibarigaoka, Tempaku, Toyohashi, Aichi 441-8580, Japan

‡e-mail: bando.takahiro.pd@tut.jp

*2 Toyohashi University of Technology

*3 AIM Co., Ltd.

Received: November 13, 2023, Accepted: March 28, 2024

*1 豊橋技術科学大学 助教 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1)

‡e-mail: bando.takahiro.pd@tut.jp

*2 豊橋技術科学大学

*3 株式会社エイム

(原稿受付: 2023 年 11 月 13 日, 受理日: 2024 年 3 月 28 日)