

นิธกร จันทรหวัโตน : การคาดการณ์กำลังผลิตไฟฟ้าระยะสั้นจากเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการเรียนรู้เชิงลึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบจัดกลุ่มเองและการคำนวณเชิงความน่าจะเป็น (DEEP-LEARNING-BASED SHORT-TERM PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION FORECASTING USING SELF-ORGANIZATION MAP NEURAL NETWORK AND PROBABILISTIC COMPUTATION)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิริติ ชยะกุลศิริ 169 หน้า

คำสำคัญ: การคาดการณ์กำลังผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์/การเรียนรู้ของเครื่อง/ความน่าจะเป็น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ กระบวนการสำหรับการคาดการณ์กำลังผลิตไฟฟ้าระยะสั้นรายชั่วโมงจากเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning, DL) โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบจัดกลุ่มเอง (Self-Organizing Map, SOM) และการคำนวณเชิงความน่าจะเป็น โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสามส่วน ประกอบด้วย การศึกษาเชิงเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองและขั้นตอนที่เหมาะสม จากนั้นนำเสนอกระบวนการสำหรับเพิ่มความแม่นยำของเทคนิคการคาดการณ์โดยการที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลโดยใช้เทคนิคแผนที่ที่จัดการด้วยตัวเองสำหรับจำแนกชุดข้อมูลที่เวลาใด ๆ ที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลคล้ายกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อนำไปเป็นอินพุตของแบบจำลองและนำเสนอการใช้การคำนวณเชิงความน่าจะเป็นเพื่อระบุขอบเขตความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ในการจำลองเชิงเปรียบเทียบได้แบ่งเป็น 6 กรณีทดสอบ คือ 1) ผลกระทบของการปรับไฮเปอร์พารามิเตอร์ 2) ผลกระทบของฟังก์ชันการเปิดใช้งาน 3) ผลกระทบของการทำให้เป็นมาตรฐาน 4) ผลกระทบของฤดูกาลและการเลือกชุดทดสอบ 5) ผลกระทบของวิธีการตรวจสอบความถูกต้อง และ 6) ผลกระทบของชุดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ โดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบสองชุด โดยกรณี 1 ถึง 5 จะใช้ระบบโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคาโรงงานขนาด 14 MWp และ กรณีที่ 6 ใช้ระบบโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนผิวน้ำ ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขนาด 1.5 MWp จากผลการจำลองการเชิงเปรียบเทียบพบว่ากรณีที่ดีที่สุดของระบบโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคา ที่สุ่มเลือกวันสำหรับทดสอบมา 30 วัน คือ การใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) อยู่ที่ 8.504 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้วิธีการแบ่งชุดข้อมูลแบบ 70 เปอร์เซ็นต์แรกสำหรับสอนและ 30 เปอร์เซ็นต์หลัง สำหรับตรวจสอบผล กรณีที่ดีที่สุดของระบบโซลาร์เซลล์แบบติดตั้งบนผิวน้ำ คือ การใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นเช่นกันเนื่องจากสามารถรักษาประสิทธิภาพการคาดการณ์ในทุก ๆ กรณี โดยมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์อยู่ที่ 19.052 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากข้อมูลมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก นอกจากนี้

ยังได้นำกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพมาเพิ่มความแม่นยำของการคาดการณ์ด้วยเทคนิคแผนที่ที่จัดการด้วยตัวเอง มาทดสอบกับระบบที่ 1 พบว่าสามารถลดค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ไปอยู่ที่ 4.90 เปอร์เซ็นต์ และได้ใช้การคำนวณเชิงสถิติเพื่อระบุช่วงความน่าจะเป็นของการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างแม่นยำโดยมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบคลุมช่วงเวลาการคาดการณ์ (Prediction Interval Coverage Probability, PICP) เป็น 1 ซึ่งหมายถึงครอบคลุม 100 เปอร์เซ็นต์



สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

NITIKORN JUNHUATHON : DEEP-LEARNING-BASED SHORT-TERM PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION FORECASTING USING SELF-ORGANIZATION MAP NEURAL NETWORK AND PROBABILISTIC COMPUTATION. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. KEERATI CHAYAKULKHEREE, D.Eng., 169 PP.

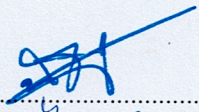
Keyword: PV forecasting/Machine learning/Probabilistic

This thesis presents a process for forecasting the short-term hourly power output of Photovoltaic cells using deep learning (DL) and self-organizing neural networks (Self-Organizing Map, SOM), along with probabilistic calculations. The study is divided into three parts: a comparative study to identify suitable models and methods; a solution for increasing the accuracy of data-driven forecasting techniques by utilizing self-organizing mapping to group datasets with similar correlation characteristics as inputs to the model; and the use of probabilistic calculations to determine the extent of prediction error. The comparative study was conducted using six test cases to examine the impact of hyperparameter tuning, activation function, normalization, seasonality, test set selection, and incomplete data sets. Two test datasets were used: a 14 MWp rooftop solar system for cases 1-5 and a 1.5 MWp surface-mounted photovoltaic system at Suranaree University of Technology for case 6. The results showed that the best-performing system was the rooftop solar system, with a multilayer feedforward neural network model producing an average mean absolute percentage error (MAPE) of 8.504% using a 70:30 data split for training and testing. In contrast, the surface-mounted system achieved an average MAPE of 19.052% due to the high variability of the available data. Furthermore, an optimization process was proposed to enhance forecasting accuracy by utilizing SOM techniques. The results demonstrated that the average MAPE could be reduced to 4.90% using the rooftop solar system in case 1.

Additionally, probabilistic calculations were used to accurately identify the probability range of electricity generation from solar cells, with a Prediction Interval Coverage Probability (PICP) of 1 indicating full coverage of the forecasting period with a 100% probability.



School of Electrical Engineering
Academic Year 2022

Student's Signature 
Advisor's Signature 